This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

600041324K

81

UPON THE ROTATION OF COPPER SPHERES UNDER THE INFLUENCE OF TERRESTRIAL MAGNETISM.

By R. C. SHETTLE, M D.,

Member of the Physical Society of London and Associate of the Victoria Institute, London.

READING:
MISS LANGLEY, LOVEJOY'S LIBRARY.

1888.

(1)

1772. e. 2

LIBRARY
10 MAR 91
OXFORD

UPON THE ROTATION OF COPPER SPHERES UNDER THE INFLUENCE OF TERRESTRIAL MAGNETISM.

On December 10th, 1887, I read a paper before the Physical Society of London on "The Rotation of Copper Spheres and Helices under the influence of Magnetism." I had exhibited a copper sphere in the act of rotation at the Conversazione of the Royal Society in the preceding May.

At that time the fact that a sphere of copper would rotate axially under such conditions was, I have reason to believe, unknown, but prior to exhibiting the phenomenon at the meeting of the Physical Society, Dr. Herman Hoffert, of the Schools of South Kensington, who had seen my experiments, had suspended and rotated a circular disc of metal, ascribing the cause of rotation, as I had previously done, to variations of density in different parts.

The rotation of a copper sphere, under the influence of Terrestrial magnetism alone, was a phenomenon which presented itself to my notice when seeking to ascertain how far it would be possible to establish complete rotation by increasing the length of the suspending medium, and so diminishing the resistance to motion. At the same time the possibility of modifying those rotations by a weak current of electricity (one Daniell's Cell) suggested itself as a means not only of testing the cause of the rotation, but also of proving how far the sphere was amenable to weak magnetic force.

The apparatus I am now using is that I used at the meetings of the Royal and Physical Societies, and consists of a strong circular table standing upon four legs, screwed to the ground for further stability and to render it level. The margin of this table has been cut down, leaving a central raised portion twenty inches in diameter. On the vertical edge of

this raised portion a grove is formed wherein turns a ring of wood firmly resting on the lower margin of the table. Attached to this ring by three supports is a semi-circular extension of Thompson's scale, with arms extending one-quarter of a circle in each direction from the zero of the scale in front of the lamp.

Another table, thirteen inches by eleven inches, is placed upon the raised portion (already described) for supporting the magnet; this is kept in position by a ring of wood, also working upon the central axis. By this means the magnet can be directed to any part of the circumference of a body suspended over the centre of the table, and can also be placed nearer to, or withdrawn from the centre, so as to test the effect of varying the magnetic force.

The copper sphere is attached by a loop of narrow white silk ribbon to the lower end of a round glass suspending rod, fourteen inches long and used to carry the mirror. In making some previous experiments it was thought that the mirror itself might exercise an influence producing rotation, and the length of the rod was increased to obviate this. To still further remove all possible source of error from this cause, the mirror was subsequently enclosed in a sort of circular iron chamber, open at the sides, the top and bottom of which extended far beyond the mirror. As neither the long mirror rod nor the mirror box was found to interfere with observed phenomena, they are still retained, although perhaps of but little service.

The suspension is now effected by a piece of ·0025 copper wire, thirteen feet in length; the means of obtaining the length of suspension being acquired by perforating a ceiling and floor, and carrying a tube through them which extends from the top of the tube upon which the mirror-box rests to a few inches from the point of suspension.

The copper sphere hangs from a strong support attached to a strong outer wall of the house. The portion of the tube surrounding the mirror is within a glass cylinder about six inches in diameter. The large diameter prevents the undue refraction of the light when thrown on the scale. This

cylinder is closed at the top and bottom. The space between the top of the tube and the point of suspension is surrounded with tissue paper to prevent any vibration from the table passing upward, so that the interior of the suspending tube is quite closed against currents of air, &c.

The particular sphere now under observation was suspended on August 15th, and eighteen hours were allowed to elapse before taking any note of its motion, except that the middle point of the arc of oscillation produced by the act of suspension was about 45° to the right of zero on the scale. From August 16th until the present (August 31st) it has not ceased to shew its constant axial rotation, *i.e.* so far as I have been able to determine the fact by frequent and continued observation. The rate of motion has somewhat varied. The amount of axial rotation is now almost half an entire rotation—being at least 130°.

It is worthy of special note that this extent of rotation has been reached not by one steady uniform motion, but by a series of rotary oscillations, as shown by the movement of the light on the scale.

The following points are worthy of comment:—

1.—The fact that the sphere rotates at all under Terrestrial magnetic force, usually thought so incapable of originating such motion in dia-magnetic bodies.

2.—The character of the motion; for this has been by a series of well-marked oscillation even when the motion has been least.

3.—The constant manifestation of the force through (up to the present date) fifteen days.

4.—The amplifying of these movements under the influence of an artificial magnet (used for the purpose of testing effect), especially when making and breaking battery contact.

5.—The influence of the artificial magnet when moved round the sphere.

6.—The cause of the intermittent action of the force.

First, then, with regard to the rotation under the influence of Terrestrial magnetism alone:—

Unquestionably the sphere could not rotate if the force were constant in its direction and the matter of equal density throughout. The oscillations prove, as I conceive, that the force is variable, and that all points of the sphere always present different degrees of resistance. It would thus appear that the views held with regard to the influence which magnetism exerts upon matter in general must be modified, for if copper, which is one of the best conducting and at the same time one of the most dia-magnetic forms of matter known, is, when free to move, thrown into rotation by the action of Terrestrial magnetism; then it is fair to infer, or rather the conclusion seems forced upon us, that all other bodies in proportion to the resistance which they oppose to the transmission of this form of energy must take on similar motion under like conditions.

2.—The nature of the motion—viz., rotary oscillations indicates, as I think, the impulsive character of the force, and proves that the varying pressure of the force at different times overcomes the inertia of the mass, and induces a certain amount of axial rotation. This rotation is necessarily attended with a proportionate amount of torsion of the suspending medium. The retrograde motion appears to be due to a lessened impulsive force allowing the torsion to exert its influence. This tends to carry the sphere to its original position; but fails to effect this completely, owing to the magnetic force not being completely overcome. The consequence is that the degree of axial rotation is increased.

3.—The manifestation of the force uninterruptedly for fifteen days, is, I think, abundant proof that it is virtually constant in general direction, but variable in intensity.

4.—The power of intensifying these oscillations of axial rotation, or of changing their direction by means of a magnet excited by a constant, but low battery power is a proof that artificial magnetism is capable of inducing the same description of motion, and the extent of that motion varies with the power of the magnet. May we not also regard this as a proof that Terrestrial magnetism induces the oscillations described?

5.—The influence which an artificial magnet, even when but feebly excited, exercises over the movements of the sphere, is a further proof, if such be needed, of the intimate manner in which the force is associated with the material atoms of the sphere; for as the sphere moves with the magnet as completely as if the two were transfixed by a rigid medium, it is difficult to comprehend how the movements can be effected in any other way. Thus Terrestrial magnetism produces the same phenomena and in degree proportionate to its intensity. The movements prove that it is always varying.

6.—Is it possible to refer these rotary oscillations, or rather the vibratory character of these movements, to any cause? I think it is.

I have already referred to the intimate connection which exists between force itself and the material atoms, as shown by the rotation of the sphere under the influence of a magnet moved round it. Now it appears to me that in dealing with this force we are concerned with the potential energy of the atoms as well as of the mass, and we know that this energy cannot be increased or diminished. Further, the potential energy is essential to the constitution of the matter; consequently as the energy of a mass varies with the physical properties of the matter, every form of matter in proportion to its mass interferes with the transmission of force, and this in a degree proportional to the power it thereby has of resisting the transmission of force; consequently every material unit of the earth's mass is more or less concerned in the production of these vibrations. Moreover the rotation of the Earth causes the rays of solar energy to pass through the various strata composing the Earth's crust in varying directions, and this would tend to set up vibratory currents.

Nor are these results due to solar strain alone, for they must be further modified by the influence of the moon and of every planet in the solar system.

But the objection may be raised that the motion of the Earth is not marked by any such rotary oscillations as are met with in the rotation of the copper sphere.

It may be so; but then the retrograde motion in the case of a suspended sphere is due, at any rate so it appears to me, to the counteracting force of torsion in the suspending medium.

It is obvious that in the case of the Earth such torsion cannot exist.

Science and Art Department of the Committee of Council on Education, South Kensington.

ROYAL SCHOOL OF NAVAL ARCHITECTURE & MARINE ENGINEERING. Session 1864—65.

SYLLABUS

OF A COURSE OF THREE LECTURES ON

"MAGNETICAL ERRORS, COMPENSATIONS, & CORRECTIONS, WITH SPECIAL REFERENCE TO IRON SHIPS AND THEIR COMPASSES;"

TO BE DELIVERED IN

THE OLD LECTURE THEATRE OF THE SOUTH KENSINGTON MUSEUM

On Thursdays, 1865, *March* 9, 16, *and* 23, *from* 4 *to* 5 *o'clock, p.m.*

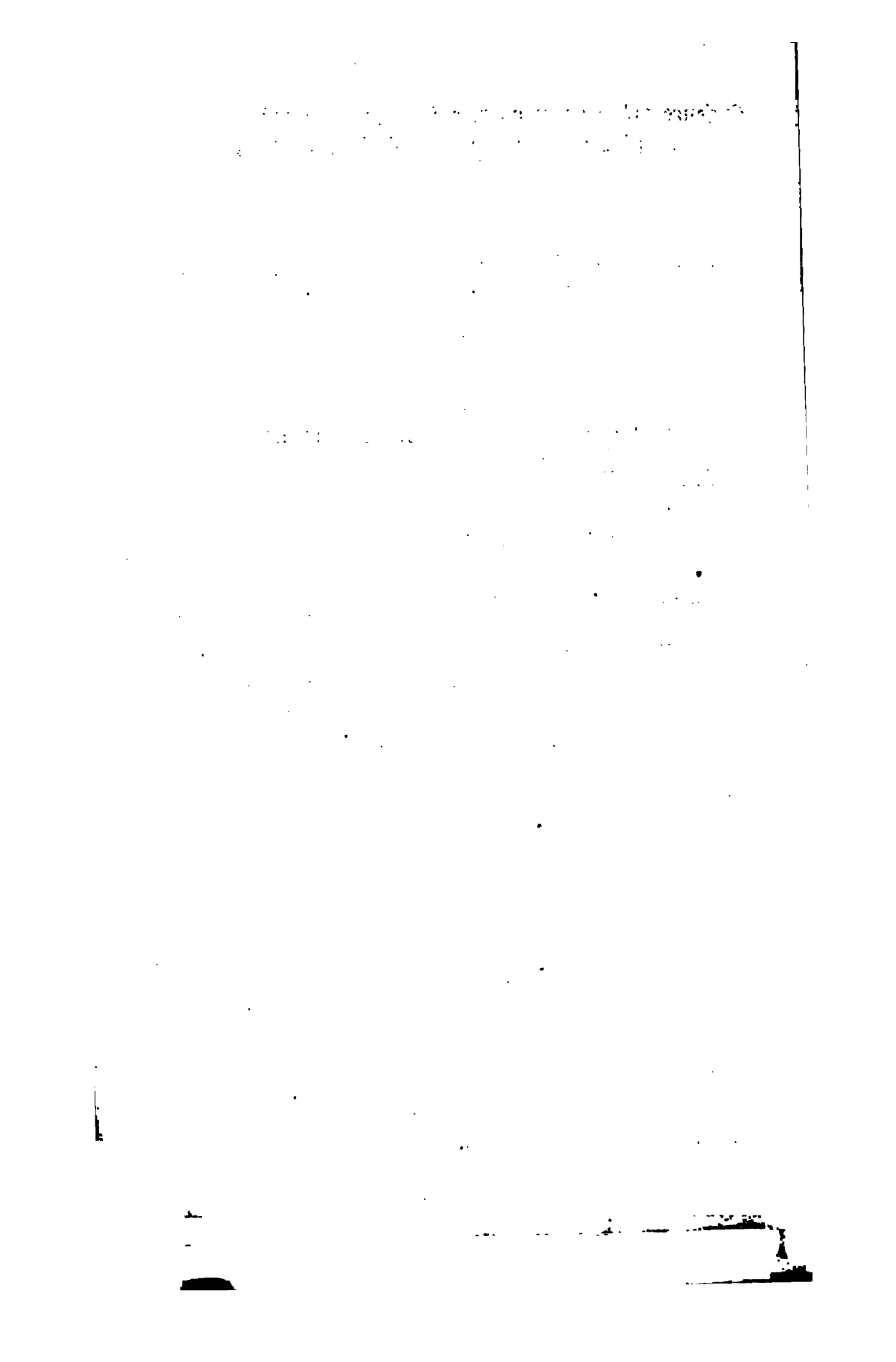
BY GEORGE BIDDELL AIRY, ESQ.,
ASTRONOMER ROYAL.

BIBLIOTHECA · BODLEIANA

LONDON:
PRINTED BY GEORGE E. EYRE AND WILLIAM SPOTTISWOODE,
PRINTERS TO THE QUEEN'S MOST EXCELLENT MAJESTY.
FOR HER MAJESTY'S STATIONERY OFFICE.

11134. 1864.

19772. e. 2.



SYLLABUS.

[It is probable that the First Lecture will extend to the beginning of the Third Head, and that the Second Lecture will advance to the beginning of the Fifth Head. At the close of each Lecture, the Astronomer Royal will wait to give separate explanations to any individual Members of the Class.]

The subject will be treated under the following Heads:—

I. Terrestrial Magnetism, and the Magnetism of Permanent Magnets.
II. Transient Induced Magnetism of Iron.
III. Sub-permanent Magnetism of Iron.
IV. Correction of Magnetic Disturbing Forces.
V. Magnetism of Ships, especially of Iron Ships, and Correction of their Magnetic Disturbing Forces on the Ship's Compass.

I.—Terrestrial Magnetism, and the Magnetism of Permanent Magnets.

1. Every magnet has two opposite poles, possessing different properties.

2. Every bar-magnet, when freely suspended, takes a definite position, one end pointing to the Magnetic North. (The end which points to the north is usually called the "marked end;" in the magnets used in the illustration of the lectures, it will be distinguished as the end painted *red*, the opposite end being painted *blue*.) In the following articles

22*. The proportion of the actions of one magnet on another may be calculated with great accuracy, by considering each magnet to consist of two centers of force (attractive or repulsive) near its extremities, acting on the similar centers of force of the other magnet, with equal force in all directions, varying inversely as the square of the distance. It results from this that in any given direction of the line joining their centers, the directive force of one needle upon another varies nearly as the inverse cube of their distance. [On this subject the Astronomer Royal will converse after the Lecture.]

23. The "astatic needle" is made by fixing two magnets of equal power on different parts of the same frame, with marked ends in opposite positions. The united frame is then insensible to terrestrial magnetism, but either magnet separately will be affected by the local action of a magnet near it.

II.—Transient Induced Magnetism of Iron.

24. If a soft iron bar, which has not been subject to any special violence, be presented endways to the center of a freely-suspended magnet; the direction of the iron bar being either east and west in the horizontal plane, or any direction included in the equatoreal plane (see Article 11); then no deviation whatever is produced in the magnet. If it be presented endways to either pole of the magnet, it slightly attracts that pole (a fact to be explained below, Article 26). It is indifferent which end of the iron bar be presented. (The bars used in the Lecture will be painted white at one end and black at the other, but this is only for convenience of language in handling them; the properties of the two ends are absolutely the same.)

25. If a second magnet with an iron bar in front, but separated by a small interval, be presented to the first magnet, and deviation be thus caused; then upon causing the iron bar to touch the second magnet, the deviation of the first magnet is imme-

diately increased, decreasing again when the iron is separated from the magnet. This shows that the contact of the second magnet has converted the soft iron, for the time of contact only, into a magnet whose poles are in the same relative position as those of the second magnet; and therefore a red pole of the second magnet produces a blue pole in that part of the iron which is next it, or *vice versâ*. This production of magnetic power in iron by the action of an external magnet is called "induction."

26. This explains the attraction of soft iron by either pole of a magnet. For the magnet-pole by induction produces a pole of the opposite character in the nearest part of the iron; and between poles of opposite character there is attraction. (Article 5.)

27. If a bar of soft iron be held in a vertical position; then, upon raising and depressing it, it is found that the end which is lower (whether the white end or the black end) repels the red end of the magnet and attracts the blue end, and the end which is higher attracts the red end of the magnet and repels the blue end. The bar has become a genuine magnet with red end downwards. But this magnetism is only transient; for upon inverting the iron bar the properties of its ends are inverted; and if it is placed in the equatoreal plane (Article 11) they vanish entirely.

28. This is explained by induction produced by the powerful terrestrial magnetic force in the vertical direction. (Article 14.)

29. The amount of action depends in some degree upon the connexion of the parts of the mass of iron. The same mass in the same general form, but divided into several parts, produces a smaller effect.

30. If a mass, as a cannon-ball, be made to rotate round the suspended magnet in the same horizontal plane, it produces no disturbance when it is north, or south, or east, or west of the magnet's center; but in the intermediate quadrants it produces deviation, changing its character in every successive quadrant, which may be represented (in memory) by saying

that "the mass attracts that pole of the magnet which is nearest to it." This is called "quadrantal deviation."

31. The explanation is, that the induction produced by the horizontal part of terrestrial magnetic force converts the mass of iron into a horizontal magnet with red pole always towards the north. (A small magnet carried round always in that position produces a similar effect.) It is to be remarked, that the induction produced by the vertical part of terrestrial force does not appear here; for a small vertical magnet carried round in the same manner produces no effect.

32. It may here be noticed that the quadrantal deviation, thus produced in the compass by a mass of iron in the same horizontal plane, is the same in all parts of the earth. For, referring to the parallelogram of forces (Article 19), if the "primary force" (which is here the terrestrial horizontal force) and the "new force" (which is here the force of the magnetism induced in the mass of iron) be always in the same proportion, the deviation for any definite inclination of the two forces is unaltered. Here they always are in the same proportion; because the magnetism in the iron, which is induced by the earth's horizontal force, is proportioned to it.

33. If the cannon-ball is higher or lower than the magnet, the deviation vanishes when it is north or south, but not when it is east or west; exhibiting a mixture of semicircular deviation (Article 17) with quadrantal deviation (Article 30). The former is produced by induction from the vertical part of the terrestrial force; it is exactly similar to the effect of a small vertical magnet (with red pole downwards, and with center higher or lower than the deviated magnet) carried round the deviated magnet. The latter has been explained above (Article 31).

34. On further examination, it is seen that all effects are explained by induction in the cannon-ball produced by the total terrestrial action in the direction of dip, converting the cannon-ball for the time into

a magnet whose red end points down in the direction of dip.

35. Since the induced horizontal magnet (Article 31) has its red end in the position opposite to that of the earth (Article 8), it follows that one effect of the proximity of such a mass of iron at a lower level than the deviated magnet is, on the whole, to somewhat diminish the directive power of terrestrial magnetism.

36. The ordinary process of magnetizing a steel bar by double touch of two permanent steel magnets is a process of induction, differing from those of soft iron only in this respect, that the steel bar, when it has received the magnetism, retains it permanently.

III.—Sub-permanent Magnetism of Iron.

37. When a bar or plate of soft iron, in a state of tremor from mechanical violence, is exposed to external magnetic action, it receives induced magnetism in the same manner as iron in a quiet state (Articles 27 and 34); but the induced magnetism is much more powerful, and is for a long time sensibly permanent: it does not change its direction on changing the position of the bar (as in Article 27), and it does not vanish in any position of the bar. The iron bar has become a true magnet, exactly similar in its action to a magnetized steel magnet: its magnetism however diminishes sensibly in a few days or a few weeks, but a portion remains for many months or years. This has been called "sub-permanent magnetism."

38. The sub-permanent magnetism is most easily produced by striking an iron bar or plate under the action of terrestrial magnetism. The "magnetic anvil," consisting of two planes, one containing the direction of local dip, the other being the equatoreal plane (Article 11).

39. If a bar or plate be placed on the dip-slope of the magnetic anvil, with its white end downwards, and be struck with a hammer, it becomes a powerful

magnet, the white end having the properties of a magnet's red end, and the black end having the properties of a magnet's blue end.

40. If, now, it be reversed on the dip-slope with black end downwards, and be struck in the same manner, the black end has the properties of a magnet's red end, and the white end has the properties of a magnet's blue end, the power of the magnet being sensibly equal to what it was before.

41. If the bar, thus charged with sub-permanent magnetism, be placed on the equatoreal slope of the magnetic anvil, and be struck in the same manner, all magnetism will sensibly disappear.

IV.—Correction of Magnetic Disturbing Forces.

42. It is impossible to intercept the action of magnetic disturbing forces upon a magnet or compass by surrounding the compass, &c., with any substance whatever. Nothing is known which interrupts magnetic action, and if such a substance could be found, it would also interrupt terrestrial magnetic action (which is of the same nature as the action of a magnet, see Article 8), and the compass, &c., would be useless.

43. The only way of destroying the effect of one magnetic disturbing force is, to introduce another magnetic disturbing agent, whose force follows the same laws and has the same magnitude, but always acts in the opposite direction.

44. The disturbing effect of one magnet, or of several magnets, supposed to rotate round the compass, &c., in a horizontal plane, may be corrected by one magnet, or sometimes more conveniently by two magnets.

45. The disturbing effect of a mass of iron at the same level as the compass, which is quadrantal (Article 30), cannot be corrected by an equal mass on the opposite side; such an application would double the disturbance.

46. But it may be corrected by an equal mass at the position 90° distant, or by two smaller masses

90° distant each way (and therefore opposite each other).

47. It may also be corrected by placing another compass near to the disturbed compass.

48. The disturbance produced by an elevated or depressed mass of iron can be corrected by applying an equally elevated or depressed mass on the opposite side (which corrects the semicircular deviation (Article 33), but doubles the quadrantal deviation (Articles 30 and 45); together with a large mass 90° distant, or two masses 90° distant on each side (either of which arrangements may be made to correct that doubled quadrantal deviation, see Article 46).

49. Or it may be corrected by using a small magnet to correct the semicircular part (the small magnet being adjusted by trial to make the disturbance disappear when the mass is east or west), and then applying a small mass or two masses 90° distant to correct the quadrantal part.

50. There is inconvenience in effecting by a magnet the whole or a part of the correction of a disturbance produced by terrestrial induction in masses of iron (as is proposed in Articles 47 and 49); because the action of the magnet is the same in all parts of the earth; whereas the disturbing force produced by induced magnetism in iron is proportional to the terrestrial force, which varies in different parts of the earth (Article 9), and whose direction relative to the horizon is in some places nearly inverted (Article 15); and thus the correction cannot be made universally effective.

51. The correction of the disturbing force of induced magnetism in one mass by the force of induced magnetism in another mass (as is proposed in Articles 46 and 48), is theoretically perfect in all parts of the earth, because both the disturbing force and the correcting force are proportional to the terrestrial force, and therefore they neutralize each other whatever be the magnitude and direction of that terrestrial force. This applies accurately to action on points near the center of a compass, or applies very nearly to action on all points when the compass is small.

52. When the compass is large and has only one needle, the correction produced by a small mass of iron is not perfect, because it must be brought so close to one pole of the needle that the action on that pole is unduly large. But this inconvenience is almost entirely removed by use of the Admiralty compass with four parallel needles.

53. When the only correction to be effected is that of a quadrantal deviation (Articles 30 and 45), it may be abandoned entirely, provided that a compass-card with modified graduations be used; because the quadrantal deviation is the same in all parts of the earth (Article 32), and therefore the same modification of the compass-card which correctly alters the apparent card-reading in one part of the earth will correctly alter it in every other part. [On the construction of this modified card, the Astronomer Royal will converse after the Lecture.].

V.—Magnetism of Ships, especially of Iron Ships, and Correction of the Magnetic Disturbing Forces on the Ship's Compass.

54. Notes on the principal steps made in the investigation of these subjects, by Flinders, Christie, Barlow, Sabine (for wood-built ships containing some iron); by the Astronomer Royal's experiments on the Rainbow and Ironsides; by Scoresby, Liverpool Committee, Towson, Rundell, Evans (experiments and approximate theory for iron-built ships); by A. Smith (inferences from Poisson's general theory, change in the form of the numbers exhibited, and theory of the parallel-needle compass). Special treatises, "Admiralty Manual," edited by Captain Evans and Archibald Smith, Esq.; "Practical Information," by John Thomas Towson, Esq., published by the Board of Trade: the latter is strongly recommended to nautical men.

55. For theoretical purposes, and for steering a ship (in a very contracted range of latitude), by a Table of Errors of Compass; it is necessary to measure the disturbance of the compass in numerous positions of the ship. For the practical purpose of

correcting the compass it is only necessary to place the ship in a limited number of positions; eight (at the utmost) at first, and two in subsequent alterations.

56. Methods of measuring the disturbance of the compass:—

By observation, with azimuth sights (at great height above the compass, if necessary), of a very distant mark, whose true bearing by compass is known.

By similar observation of a celestial body, whose astronomical azimuth can be computed and can be converted into magnetic azimuth. (For this purpose a knowledge of the local variation is necessary; it can be taken from Captain Evans' very valuable chart.)

By reciprocal observations of azimuths with an azimuth compass on shore in a position free from disturbance (a method practised by the Astronomer Royal for the Ironsides, and frequently used since that time).

In circumstances where none of these methods can be used; by observation of a moderately near mark, accompanied with observations which define the position of the compass, and by repeating the observations nearly in the same places upon a wooden raft (as practised by the Astronomer Royal for the Rainbow).

The selection or invention of the method to be used must be left to the judgment of the operator under the actual circumstances.

57. Methods of conveniently recording the disturbances:—

By table of errors.

By Napier's diagram, with equilateral triangles.

By concentric circles.

58. Investigation of the deviations in the Rainbow, in which the existing theory was first established.

General obscurity on the subject. Deviations of the steering compass amounting to 50° marked end drawn to the east, and 50° marked end drawn to the west, according to the position of the ship's head. The first light thrown upon it was derived from observations of the vibration of a magnet freely suspended in the place of the compass, the observations being made with the ship's head N. E. S. W. The vibrations of the same needle were observed on shore. By comparison of these, the proportion of the acting magnetic force on the ship's compass in those different positions of the ship to the earth's undisturbed magnetic force was found. (The acting force with the ship's head nearly south was ten times as great as with her head in the opposite position.) Thus it was found that, representing the earth's force by 100 towards the north, the ship's polar force was represented by 80 towards the stern, and 17 towards the port side, or by 82 in a direction 12° from the stern. (This is the largest that has yet been observed.) By a graphical construction with these elements, based on the parallelogram of forces, it was found that the observed disturbances were accurately represented, with the exception of a small quadrantal quantity, such as would be produced by the iron of the ship nearly towards the head, or towards the stern (Article 30). A magnet of proper intensity was prepared and placed in the proper position to correct the ship's polar force, and a scroll of iron was placed on one side (Article 46) to correct the quadrantal deviation, and the compass was then sensibly perfect.

59. Treatment of the deviations in the Ironsides. In this operation was invented the method of using two magnets instead of a single one; a most important step, because it gave the means of effecting the correction without calculation. The ship's head was placed magnetic north or south, by the aid of a shore compass viewing her masts, and a magnet was placed on the ship's deck in an athwart position, ahead or astern of the compass, and was slid nearer or farther till it caused the compass to point correctly. Then

the ship's head was placed magnetic east or west, and a magnet was placed in a fore-and-aft position on the deck on one side of the compass, and was slid nearer or farther till it caused the compass to point correctly. The first magnet does not disturb the compass in the ship's second position, and the second magnet does not disturb the compass in the ship's first position. Thus the compass was made correct in the four cardinal positions of the ship. Then the ship was placed in an intermediate position, her head 45° east of north, or west of north, and a mass of iron was placed on one side of the compass to correct quadrantal deviation. Then the compass was sensibly perfect. This is the process which is still universally employed. The object in placing the magnets either below the compass or broadside-on is, to avoid introducing a vertical force, which is produced with a magnet end-on (Article 22).

60. Exhibition of the process of correction in a model.

61. Description of the different substances which have been adopted for correction of the quadrantal deviation; scroll of iron plate, small box filled with fine iron chain, masses of cast iron, &c.

62. Continuation of history. After a time it was found that the polar magnetism of a ship, which was supposed to be permanent, was not really permanent, and the term "sub-permanent" was introduced; in particular, reasons appeared for supposing that the polar magnetism changed rapidly in the course of a ship's first voyages. The Liverpool Committee was appointed to inquire into the whole subject; their three Reports are probably the most valuable documents that we possess, referring to these questions. The inquiries were conducted principally by Mr. Towson and Mr. Rundell. Among their most important conclusions were these:—

That the direction of a ship's polar magnetism, as affecting her compass, might always be inferred from the position in which she was built.

That therefore it was to be concluded that her magnetism was induced sub-permanent magnetism (Articles 37, 38, 39) produced by the hammer-blows in uniting her plates when building.

That much of this was soon lost, when the ship was afloat, but that a part remained, with little alteration, for many years.

The Astronomer Royal discussed the Records of several ships of the Royal Navy, and also those of the Royal Charter, and showed that after the first voyages the change of polar magnetism was small, and generally in the nature of diminution. (Dr. Scoresby's special observations on the Royal Charter had no important relation to the ship's compass.)

63. Very important observations on this matter were made by Captain Evans and Mr. Rundell on the Great Eastern, which they followed through several stages after its launching. The transversal polar magnetism diminished very greatly.

64. Among the points elicited by the inquiries of the Liverpool Committee was this, that in many, but not in all, of the merchant ships which they examined, the correction of the compass effected in England failed so much in southern latitudes as to lead to the impression that the ship's polar magnetism had changed considerably. As far as had been observed, there was no similar change in ships of the Royal Navy. Remarking that in merchant ships the compass is nearer to the stern than in ships of the Royal Navy, Mr. Rundell was led to a practical conclusion which ought in all cases to receive attention. The history of an earlier discovery is first to be mentioned.

65. Captain Flinders, who made a voyage of discovery in a wood-built ship in the first years of this century, remarked with great accuracy the errors of his compass, with the ship's head in different directions, and with the ship on different sides of the magnetic equator, and with singular sagacity referred

their cause to the induced magnetism in the vertical iron stanchions (Article 27), which were principally a-head of the compass. He suggested that they might be corrected by placing a vertical iron bar astern of the compass. General Sabine, in discussing later voyages, remarked that the change due to position on the globe did not *immediately* follow the change of ship's position; which showed that the magnetism of the stanchions, &c. partook in some measure of the nature of sub-permanent magnetism (Article 37). These remarks nearly exhaust the subject of disturbances in wood-built ships.

66. Mr. Rundell, apparently without any knowledge of Captain Flinder's proposal, remarked that the compass of merchant ships is not far in advance of the great vertical iron bar of the stern post, accompanied in screw steamers by another bar of the rudder-post, and that a magnet which corrected the influence of these bars in north latitudes would increase it in south latitudes, but that a correction valid in all latitudes might be made by fixing a vertical iron bar a-head of the compass. This has been done in several instances, apparently with uniform success. The amount of correction to be produced ought probably to be such as will leave the fore-and-aft magnetism at that place nearly similar to that on other parts of the ship.

67. The disturbance of the compass is undoubtedly simpler when a ship has been built with her keel in the magnetic meridian, but there does not appear to be any strong reason for deciding between the positions of head north and head south.

68. After every care has been taken, the ship's sub-permanent magnetism will change (usually diminishing slowly), and arrangements ought to be made for meeting this change. Nothing appears preferable to Gray's Adjustible Binnacle.

69. For the application of this, it is necessary to be able to place the ship's head once north (or south),

and once east (or west), using for this purpose either a land mark or a celestial body. The dumb card is the most convenient instrument for placing the ship's head in the proper position.

70. Adverting now to the quadrantal deviation. In merchant ships the quadrantal deviation is usually 3° or 4°, or perhaps in a few cases 6°, and in nearly every case it is of that kind which would be produced by a mass of iron exactly a-head or exactly astern of the compass (Article 30), and this may be corrected by a mass of iron placed exactly on one side, or by masses placed exactly on both sides (Article 46), and an error of 6° is not too great, especially when the four-needle card is used, to prevent this from being done conveniently.

71. But in the armed ships lately built for the Royal Navy with iron decks and iron in every part, the quadrantal deviation amounts to 14°, and it is difficult to correct this by a mass of iron.

72. Perhaps it might be corrected by another compass (Article 47), but the same correction would not be valid in different latitudes. (Article 50.)

73. The Astronomer Royal prefers a modified card. (Article 53.)

74. It has lately been discovered by Captain Evans, that in the wood-built ships covered with the thickest armour-plates, the quadrantal deviation is small, not exceeding 3° or 4°. This is analogous to what is described in Article 29. It appears to show that the riveting of the plates of an iron-built ship produces what may be called "magnetic contact," but that the juxta-position of large masses of iron does not produce magnetic contact. In the latter case, the simple theory of the Astronomer Royal (Phil. Trans., 1839), appears preferable to the general theory of Poisson. The form of their results is the same, but the coefficients are different.

75. In the turret ships lately built it has been necessary to place the compasses out of the central

line of the ship's deck. That ex-centric position modifies the law of quadrantal deviation in this way, that the quadrantal deviation is represented by the effect of a mass of iron not exactly a-head or exactly a-stern of the compass, but in a direction somewhere intermediate between the fore-and-aft direction and the transversal direction. The difference which this would make in the correction would be the following; after having adjusted the transversal magnet to make the correction complete with the ship's head north, the correction would be found incomplete with head south; and the adjustment must be altered till the error is divided between the two positions. In like manner with head east and head west. By remarking the magnitudes of the residual errors in different positions, the operator will determine with considerable accuracy the direction of the ship's head when the error is 0; and the mass of iron must be either towards N. or S., or towards E. or W., with the ship's head in that direction. That choice of positions being determined for the mass, the ship must be turned 45° from the said direction, and the mass is to be adjusted to make the compass correct. A modified card might be adapted to the compass, but it would require a special commencement of readings.

76. The order of operations ought in all cases to be this:—

(1.) For a compass near the stern Rundell's vertical bar ought to be fixed.

(2.) The two magnets, or systems of magnets, for effecting the correction with the ship's head N. E. S. W. ought to be applied.

(3.) The masses of iron for correcting the quadrantal deviation ought to be applied, or the modified card ought to be mounted. These will never require alteration, whatever alteration be made in the magnets.

(4.) The ship should if possible be sent on a short voyage; or should be exposed to agitation by the sea, and to tremor by

her machinery, in different positions of her head for several days.

(5.) The positions of the magnets ought to be re-adjusted. It will probably be sufficient to place the ship once with her head N. (or S.), and once with her head E. (or W.)

77. *It is of very great importance that the ship should not be hurried out immediately for a long voyage, but that she should be exposed to agitation and tremors several days at least, and that her magnets should be re-adjusted before sailing on a long voyage.*

78. On the voyage, the Captain should be prepared to readjust the magnets, as is described in Articles 69 and 59 (omitting all that relates to correction of quadrantal deviation, which will never alter).

79. Some of the methods described in the Admiralty "Manual" relate to the determinations in different localities, and at different times, of the principal elements of magnetic disturbance, as, the error of the lubber-line, the sub-permanent or other polar forces towards the ship's head and the ship's side, the apparent direction and measure of action of the masses which act by induction (Article 30), and the loss of directive power (Article 35). In instance of the importance of these determinations it may be pointed out that in iron ships of the Royal Navy the loss of directive power is from $\frac{1}{8}$ to $\frac{1}{6}$ of the whole. These methods are of the highest value for the philosophical investigations connected with compass-disturbance, and are strongly recommended to the advanced mathematician; but they are not likely to be useful in the merchant service.

80. Others of the methods in the "Manual" relate to the possibility of converting a table of errors determined for one locality into a table of errors applicable to another locality. It does not appear probable that such a process can ever be used in the merchant service.

81. On the general question of "correction or non-correction" of the compass, the arguments appear to stand as follows:—(It is to be remarked that, if the ship's sub-permanent magnetism undergoes a change, it affects both systems with equal injury, and therefore that occurrence is omitted in the comparison.)

Non-corrected Compass. (Using a Table of Errors.)	Corrected Compass. (The Binnacle being adjustible.)
The directive power on the compass is extremely different on different courses.	The directive power on the compass is sensibly constant.
The principal part of the tabulated errors arises from sub-permanent magnetism, whose effects in producing deviation vary greatly in different parts of the earth (Article 20).	The magnets which perfectly correct the sub-permanent magnetism in one place will also perfectly correct it in another place.
It is therefore absolutely necessary from time to time to make a new Table of Errors by observations in numerous positions (not fewer than 8) of the ship's head.	Only when there is suspicion of change in the ship's magnetism are new observations necessary, and then two are sufficient (Article 69).
In difficult navigation, as in the channels of the Thames or the Mersey, especially with frequent tacks, the use of a Table of Errors would be attended with great danger.	In any hydrographical difficulty, the corrected compass is right on all tacks of the ship, and its use is perfectly simple.

82. The Astronomer Royal has no hesitation in giving his own opinion that the compasses used for directing the ship's course ought to be corrected, and that the efforts of scientific men ought to be directed mainly to the rendering this correction rigorously accurate, and easy of application. But the captain, who desires to make his voyages really serviceable to magnetic science, must have one compass on board which either is not corrected, or whose correction is never altered, and must frequently observe it, not for the purpose of steering his ship, but for the collection of magnetical facts. This, however,

is to be considered as a philosophical experiment, not as an aid to navigation.

83. The disturbances and their corrections, as treated up to this Article, apply to a ship on even beam, or without any heel; and, by using the methods above described, there is no difficulty whatever in making the correction sensibly perfect. The heeling, at present, offers considerable difficulty, not in estimation of its magnitude, or in application of a correction at any one place, but in doing this in a way which will apply at all parts of the earth.

84. The general law of the effect of heeling is this:—When a ship's head is east or west, no sensible effect is produced by heeling. When the ship's head is north or south, heeling produces the greatest effect. Usually, but not in all cases, the marked end of the needle is attracted to the windward or raised side of the ship in north latitudes, and the unmarked end in south latitudes. Usually, in iron ships, with ship's head north or south, one degree of heel produces one degree of disturbance of the compass; but in some instances one degree of heel produces two degrees of disturbance of the compass.

84. The disturbance by heeling appears to arise immediately from these separate causes:—

(1.) Part of the action of the sub-permanent magnetism is perpendicular to the deck, and this has not been touched by the operations of correction of the forces in the plane of the deck (if the magnets are applied broadside on). When the ship heels, this untouched magnetism is inclined to the horizon, and produces partly the effect of horizontal magnetism, and thus disturbs the compass. If the blue end of the magnetism perpendicular to ship's deck is uppermost, it will attract the marked or red end of the compass.

(2.) If there are masses of iron fore-and-aft of the compass, and also masses of iron to

starboard and port of the compass, and other masses added for correction of quadrantal deviation; the masses fore-and-aft will produce no new effect from heeling, but the masses to port and starboard will be raised on the windward side and lowered on the leeward. The red end of the former, which is its lower surface, will be nearest to the needle, and will repel the marked end; and in like manner the upper or blue magnetism of the mass on the lee side will attract it.

(3). A mass near the ship's keel, considered in the same way, will have an effect opposite to that of (2) but agreeing with that of (1).

(4.) A transversal deck-beam nearly under the compass will, on being inclined by the heeling, have blue magnetism in its higher end, which will attract the marked end of the compass, agreeing with (1) and (3). It appears that in most instances, the aggregate effects of (1), (3), and (4), exceed that of (2).

85. Attempts have been made to separate these various effects by theoretical considerations, but their success appears doubtful. [The Astronomer Royal will converse on these after the Lecture.]

86. There appears to be no safe way of determining the amount of the effect of heeling, except by making the ship to heel, and observing how much the compass is affected; either by heaving her down (in dock), or by subjecting her to the action of the wind (on a river or sea).

87. In all cases the effect can be corrected by fixing a magnet below the compass in a position perpendicular to the deck. For, when the ship heels, this magnet becomes inclined, and a portion of its magnetism acts horizontally, and can be made (by trial) exactly to neutralize all the other effects.

88. Gray's binnacles are adapted to receive such a magnet, and to give power of adjusting it. It is carefully to be remarked that this magnet must be mounted and adjusted *after* fixing the masses of iron used to correct quadrantal deviation (Article 61).

89. Either the magnet may be adjusted in position while the ship is inclined, or the following course may be pursued:—By means of a "clinometer," the ship's inclination may be observed while experiments are made on the deviation, and thus a proportion may be obtained between the angle of heel and the angle of deviation. By means of an experimental pendulum (whose axis passes through the center of a compass-card) on which a magnet can slide, the position may be found at which a magnet will produce the same proportion between the angle of heel and the opposite deviation. The distance of this from the center of the experimental card is the distance at which the same magnet must be fixed below the ship's compass.

90. On a voyage into southern seas, these experiments ought to be repeated.

---

91. For experiments on iron ships, the following apparatus (among others) may be found desirable:—

Two or more azimuth compasses (prismatic compasses also are sometimes convenient.)

A dumb card.

A vibrating needle for horizontal intensity; either suspended by a silk fibre, or in the form used by Captain Evans.

A deflexion-needle for horizontal intensity, in Mr. Towson's form.

A vibrating needle for vertical force, in Captain Evans's form.

A dip-needle, balanced to a definite angle, for vertical force, in Mr. Towson's form.

An ordinary dipping needle.

A clinometer, or pendulum with graduated arc.
A pendulum adapted to carry a magnet.
Magnets.
Iron for induction experiments.
Magnetic anvil.

[The Astronomer Royal will explain any of these after the Lecture.]

LONDON:
Printed by GEORGE E. EYRE and WILLIAM SPOTTISWOODE,
Printers to the Queen's most Excellent Majesty.
For Her Majesty's Stationery Office.
[1497.—250.—12/64.]

[*All rights reserved*]

ATMOSPHERIC FREAKS:

BY

LIEUT.-GEN. C. A. BENSON.

"WHOEVER WILL NOT ATTEND TO MATTERS BECAUSE
"THEY ARE TOO MINUTE OR TRIFLING, SHALL NEVER
"OBTAIN COUNSEL OR RULE OVER NATURE."—*Bacon.*

Ealing, W.:
"MIDDLESEX COUNTY TIMES" PRINTING AND PUBLISHING CO., LTD.

MDCCCXCVI.

(41)
19772. e. 2

BODLEIAN
21·3·1896
LIBRARY

Atmospheric Freaks.

THERE appear to exist three distinct states, or conditions, of the Atmosphere, which affect all substances, organic or inorganic, without exception. They come and go, not in regular order, but fitfully. Now and again one state will continue for a considerable time, while on the other hand, changes from one to the other take place occasionally, so rapidly that two or three seconds suffice for the occurrence of all three.

These different states may be described as—

1st.—The North and South Phase. N.S.P.

2nd.—The East and West Phase. E.W.P.

3rd.—The Ambiguous Phase. A.P.

The existence of a North and South Phase is indicated by the rotation of a piece of metal, positive or negative, suspended by a thread from a finger of the right hand, over the North and South seeking poles of a magnetic needle; while a piece of glass or resin rotates only at the East and West sides of the needle. N.S.P.

During an East and West Phase a piece of metal, for instance, zinc or copper, remains lifeless over the North and South poles, but rotates at the East and West, while one of glass or resin, no longer rotating at the East and West, works freely over the North and South poles. E.W.P.

A.P. In an Ambiguous Phase, a single piece of metal, glass or resin will not stir when pendent over the North, South, East or West of a magnetic needle, but any two of these conjointly, when each one is suspended from the same finger by a separate thread, rotate over all points of the magnetic compass, though during N.S.P. and E.W.P. they are quiescent.

N.S.S. An N.S. substance is one, over which *another* rotates at a time when it does so over the North and South poles of a magnetic needle.

E.W.S. An E.W. substance is one, over which *another* rotates, at a time when it does so at the East and West of a magnetic needle.

N.S.P. and E.W.P. Either in N.S.P. or in E.W.P., whatever substance rotates over the North and South poles of a needle does so at the same time over zinc or copper, and whatever rotates at the East and West rotates over glass and resin. It matters not whether the suspended substance be zinc, copper, glass or resin.

N.S.P. In N.S.P. zinc or copper work over North and South, and over zinc or copper ; while glass or resin work at the East and West, and over glass or resin.

E.W.P. In E.W.P., zinc or copper work at East and West, and over glass or resin, while glass or resin work over North and South, and over zinc or copper.

N.S.S. and E.W.S. Zinc and copper are, therefore, N.S. substances, and glass and resin E.W. substances.

N.S.P. A positive metal, such as zinc, rotates with the clock (W.C.) at the North Seeking Pole of a magnetic needle, as also over zinc ; but against the clock (A.C.) at the South Seeking Pole, and over copper. A negative metal, such as copper, just acts the contrary, rotating A.C. at the North Seeking Pole, and over zinc, but W.C. at the South Seeking Pole, and over copper.

Glass, which is positive, works W.C. at the West of the needle, and over glass ; but A.C. at the East, and over resin.

Resin, which is negative, circles W.C. at the East, and over resin, but A.C. at the West, and over glass.

At this time zinc or copper (which will not work at the North and South Poles, nor over zinc or copper) rotate, the former W.C. at the West and over glass, and A.C. at the East and over resin ; while copper rotates A.C. at the West and over glass, and W.C. at the East and over resin. E.W.P.

Glass is W.C. at the North and over zinc, and A.C. at the South and over copper, while resin is W.C. at the South and over copper, but A.C. at the North and over zinc.

In A.P., two joint substances, suspended by separate threads, not only rotate over all points of the compass, but do so over all substances, zinc, copper, glass, resin, &c., and invariably W.C. A.P.

The nature and composition of either of the suspended substances are immaterial. The same may be said of the objects over which they may be held. Three pendent substances, or four (zinc, copper, glass and resin) remain completely passive over every object.

In the accompanying list of good and bad, or quick and slow, conductors of electricity, an opportunity is presented of noting whether or no there exists any affinity between a good conductor and an N.S. substance, and between a bad conductor and an E.W. substance. N.S.S. *v.* E.W.S.

The letters P. and N. denote which substances appear from the direction of the primary rotation over them of zinc, copper, glass, and resin to be positive or negative. Positive and Negative.

It must be evident that if zinc, which is positive, is W.C. over zinc and over a North Seeking Pole of a magnet, which is positive also, W.C. is a sign of repulsion, and, therefore, whatever object zinc is W.C. over, that object is positive ; and further, that if zinc rotates A.C. over copper and the South Seeking Pole, which are both negative, A.C. is a sign of attraction, so that whatever object zinc is A.C. over, that object is negative.

For instance, if in E.W.P. zinc is W.C., and copper A.C. over a piece of glass, while in N.S.P. glass is W.C., and resin, which is negative, is A.C. over glass, glass is positive, which, it is needless to say, is a known fact.

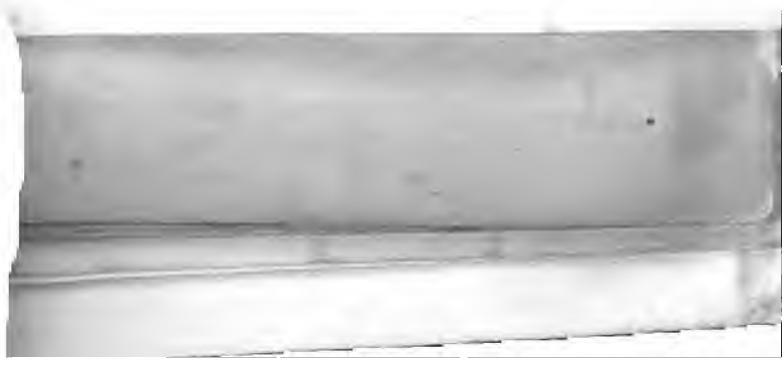
N.S.S. & E.W.S. and Tests.

Each substance in the subjoined list has been tested, both in N.S.P. and E.W.P., with zinc, copper, glass, and resin. These four substances when suspended over any object will hereafter be called "Tests."

Good Conductors, all N.S. Substances.		*Bad Conductors, all E.W. Substances.*	
Living Animal, Head	P	Jet	P
„ „ Tail	N	Mica	„
Human Body, Head	P	Gutta Percha	„
„ „ Feet	N	Wool	„
„ „ Fingers	P	Feathers	„
„ „ Thumb	N	Leather	„
Living Vegetable, Top	P	Parchment	„
„ „ Root	N	Baked Wood	„
Hemp	P	Marble	„
Flame	„	Camphor	„
Moist Earth	„	Bees Wax	„
Plumbago	„	Lime	„
Water	„	Porcelain	„
Flour of Sulphur	„	Silk	„
Platinum	„	Glass	„
Gold	„	Rock Sulphur	„
Silver	„	Amber	„
Aluminium	„	Meerschaum	„
Nickel	„	Carbon	„
Lead	„	Asbestos	„
Iron	„	Chalk	N
Copper	N	Caoutchouc	„
		Resin	„
		Shellac	„

Conducters?

In a standard work on Electricity and Magnetism "moist earth and stones" are described as conductors, to distinguish them from what are said to be non-conductors. It is true they are placed at the bottom of the list, and so ranked as feeble; but if stones generally, wet or dry, are admitted to be conductors, there is little reason in excluding shellac, lime, leather, &c., for all substances, more or less, possess conductibility. Stones impregnated with ferruginous matter, or with alumina, are doubtless not only conductors, but good ones; but chalk and lime stones, and in fact all stones that contain an excess of silica or carbonate of lime, are bad conductors, and E.W.S. Quartz when damp is no more N.N.S. than when dry. The word "Stone" bears a wide meaning, so if a line is to be drawn between conductors and non-conductors, or rather between quick and slow conductors, it should be drawn not at "moist stones," but right through stones, wet or dry.



The rotations W.C. and A.C., to which previous allusion has been made, are simply the immediate or primary ones ; for if N.S.P. or E.W.P. are sufficiently steady, after a period more or less prolonged, the primary rotation, whether W.C. or A.C., is reversed ; and reversals occur until W.C. and A.C. have each taken place three times. Rotations W.C. & A.C.

On each reversal the number of subsidiary rotations seem somewhat to lessen, thus : There are fewer subsidiary ones in the secondary than in the primary, and fewer in the tertiary than in the secondary, and so on to the last.

Between each of the six principal rotations, before each reversal occurs, there takes place an oscillation, which, following W.C., is parallel with the finger and arm, and after A.C. is at right angles to them. Oscillations.

If a test be held over the centre of a magnetic needle during N.S.P., zinc or copper oscillates from East to West, while glass or resin does so from North to South.

During E.W.P., zinc or copper oscillates from North to South, and glass and resin from East to West.

Two conjoint tests, say zinc and copper, or glass and resin, in A.P. remain completely passive over the centre of the needle, which is an exception to the rule adopted by them of continuous activity during this peculiar phase.

During N.S.P. zinc is W.C. over a finger, and A.C. over a thumb, while copper is A.C. over a finger and W.C. over a thumb. On the forefinger and thumb being held so as to form the letter C, either of the above tests oscillate at the centre of an imaginary line from the point of one to the point of the other. Finger and Thumb.

During E.W.P. glass acts as zinc, and resin as copper in N.S.P., and with a similar transverse oscillation.

In A.P., though the conjoint tests rotate W.C. over thumb and finger, there is no oscillation between their two ends.

Conjectures are hazardous without doubt, and more frequently than not incorrect ; so the reader may consider

and determine for him or herself whether it is reasonable or unreasonable to conclude—

1st.—That a current or phlox of some kind is the cause of the rotations in N.S.P. and E.W.P.

2nd.—That when an oscillation befalls a test, two currents or phloges meet and prove themselves of equal force.

3rd.—That in N.S.P and E.W.P. respectively, there happen to be four distinct currents or phloges, one North seeking, one South seeking, one West seeking, and one East seeking.

4th.—That the current which for the time being chances to seek the North or West is positive, and that which seeks the South or East is negative.

5th.—That the North and South seeking currents respectively, in N.S.P. and E.W.P. are analagous, inasmuch that whatever substances they cause to rotate, whether they be good or bad conductors, rotate only over good conductors (N.S.S.), and yet differ, in that a suspended good conductor is alone acted upon in N.S.P., and a bad conductor in E.W.P., both as regards rotation and oscillation.

6th.—That the East and West seeking currents in N.S.P. and E.W.P. respectively are analogous in so far that whatever substances they cause to rotate, whether they be good or bad conductors, rotate only over bad conductors (E.W.S.) Though they differ in that a pendent bad conductor is alone affected in N.S.P. and a good conductor in E.W.P., both with respect to rotation and oscillation.

7th.—That the North and South seeking currents, respectively in N.S.P. are analagous to the West and East seeking currents in E.W.P., inasmuch that their influence causes the rotation and oscillation, of good conductors (N.S.S.) when in suspension over the magnetic needle.

8th.—That the West and East seeking currents, respectively in N.S.P. are analagous to the North and South seeking currents in E.W.P., in so far that their influence causes the rotation and oscilliation of bad conductors (E.W.S.) when in suspension over the needle.

9th.—That during N.S.P., good conductors (N.S.S.) rotate only over good conductors; while bad conductors (E.W.S.) rotate only over bad conductors.

10th.—That during E.W.P. good conductors rotate only over bad conductors; and bad conductors only over good conductors.

11th.—That as far as is perceptible to the human vision, the position of the magnetic needle remains unaffected by the change from one phase to another, and consequently there is some dissimilarity between the aerial and terestrial currents.

12th.—That the currents, or phloges, under review, are as much electric as magnetic; and that the ever changing phases result from intermittent agreements, and disagreements, between these two forces.

13th.—That from the absence of oscillation in A.P., almost conclusive evidence is afforded, that no two currents, simultaneously proceeding from two opposite quarters, meet in a direct line.

14th.—That in A.P. a general disturbance (perhaps an electro magnetic battle) arises, in which all the currents, or phloges, get mixed up in a whirling storm.

The Gold Ring and Herr Caspari.

The rotation of a gold ring from a finger appears to have been not unknown to one Herr Caspari, an invalid, who amused himself by watching its twirling. Mention is made of this in a chapter on "Od force" and the "Od pendulum" in "Popular Superstitions," by Herbert Mayo, M.D., published 1851.

Mayo

Mayo having ascertained that not only gold, but glass, and other substances, rotated and oscillated, and at times failed to do so, jumped to the conclusion that the activity or non activity of his "Od pendelum" depended on the health of the operator, and perhaps on the weather. That he was correct in his surmise that the force is odic and in naming the suspended object a "pendulum," is open to question.

"Od Force"?

If "Od force" meant what it ought to mean, that is, a force for which the body, or any other material, is a way or passage, instead of being considered a natural force inherent in mankind, and existing in a few individuals more strongly

than in others, the term might be unobjectionable, for there can be no conceivable reason why electro-magnetic currents that affect all substances, organic or inorganic, should not pass through the human frame, which is a good conductor; but it is to be feared that the latter, which is the general accepted meaning, was that of Mayo's also.

"Pendulum"? As to the use of the word "pendulum," it may be applicable to the test when it oscillates, but scarcely so when it rotates.

Health. If the cessation of rotation depends on the health it should be complete for a time at least, so that there would be no immediate renewal of rotation, on a zinc test, which has ceased to be active over zinc, being brought at once over a piece of glass, as is the case when a change occurs from N.S.P. to E.W.P.

Weather. Though the state of the weather, hot or cold, wet or dry, may, for ought that is known, affect the continuance of a phase, it could only result in that phase passing into another, and it may just as well be that it is the phases that influence the weather, for they seem continually changing at all times and seasons. One thing, however, is clear, in Nature it is a case of wheel within wheel; nothing is completely independent of its immediate surroundings.

Herr Caspari. Whether Herr Caspari was the first to conceive the idea of rotation is not known. It is possible that the knowledge may have been prevalent ages before his infant spirit had bid adieu to that quite-forgotten sphere wherein, perchance, in wondering expectation dwell the embyronal spirits of earthly babies, yet unborn, awaiting their turn to take the mundane tour.

Novelty. It is on record that "there is nothing new under the sun." There is much truth in the remark, although in the Recorder's day the New Woman had not been unearthed.

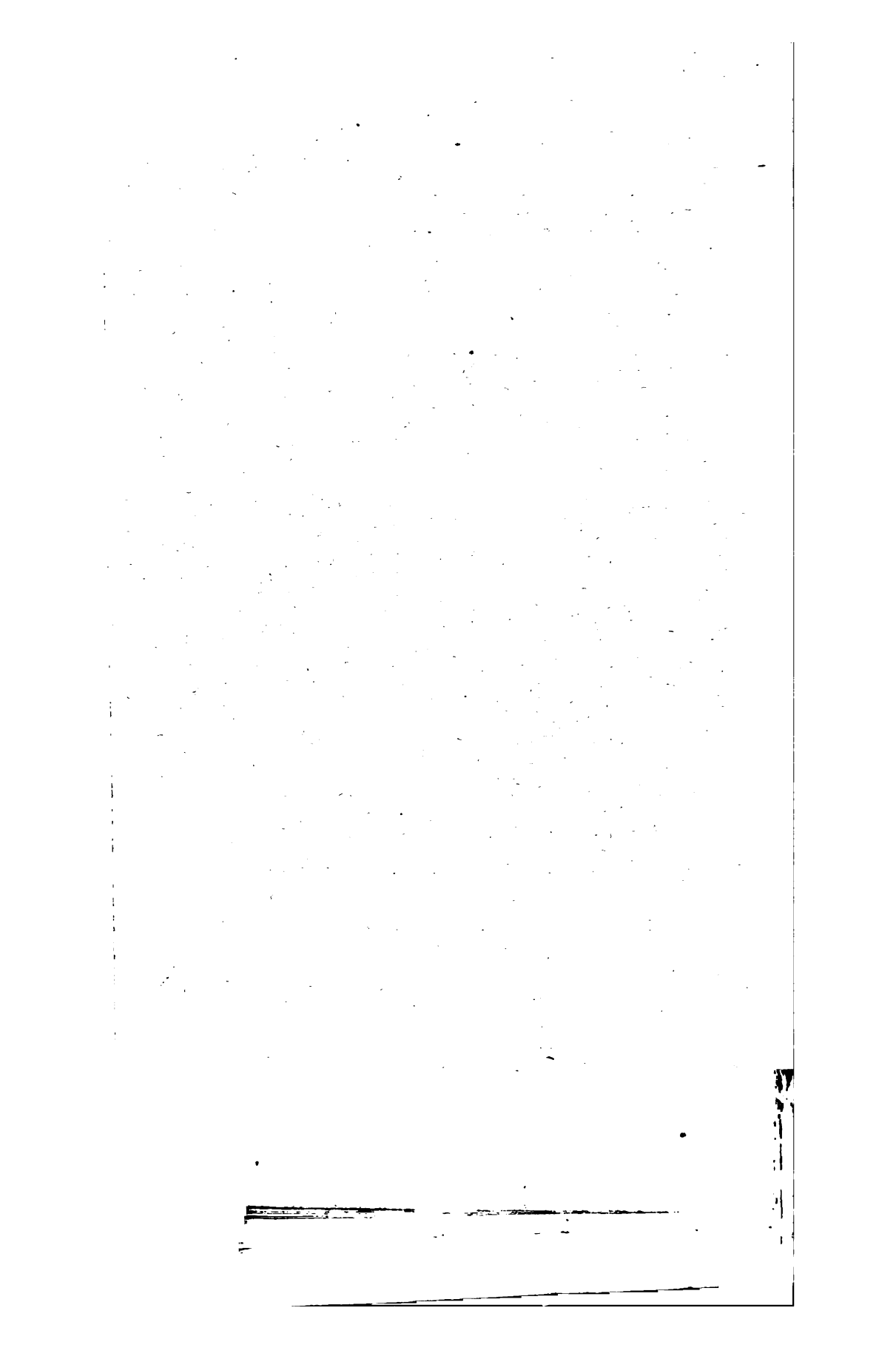
Rotation. The Prophet Ezekiel entertained a somewhat vivid notion of rotation. *Vide* chap. i., v. 20.

> "Whithersoever the spirit was to go they went, thither was the spirit to go: And the wheels were lifted up over against them, for the spirit of the living creature was in the wheels."

It is trusted that this quotation will not be deemed profanity by those whose very inelastic minds never by any chance expand in breadth, even to the one hundredth part of the length of an average barley corn.

If there is one who doubts what has been here inscribed, and he be the fortunate possessor of a scrap of patience, and a fairly steady finger, let him make his own experiments *and thus avoid* coming to the conclusion that the writer, who is no Professor, has fallen into the alleged common error of scientists and so allowed imagination to outrun facts.

1977 c 213



Prof Acland
M.D.
Oxford

1977 - E 21[illegible]

From the PHILOSOPHICAL MAGAZINE (Supplement) for June 1862.

from the author

FURTHER RESEARCHES

ON THE

AURORÆ BOREALES,

AND THE

PHENOMENA WHICH ATTEND THEM.

BY

M. A. DE LA RIVE*.

THE object which I have in view in this new investigation is to show that the theory which I have advanced of the phenomenon of auroræ boreales is remarkably confirmed by observations made during the last few years,—especially by those of Mr. Walker on the currents exhibited by telegraphic wires, notwithstanding that this learned observer has deduced from them conclusions unfavourable to this theory.

I will in the first place call attention to two fundamental points which have been confirmed by observation, and which may now be regarded as definitively established in science.

The first of these points is the coincidence of the occurrence of auroræ boreales and auroræ australes; it has been established by numerous observations made in the two hemispheres, particularly at Hobart Town in the southern hemisphere, and at Christiania in the northern.

The second important point, likewise definitively established in science, is that the phenomenon of aurora borealis and australis is an atmospheric phenomenon. Father Secchi and several other distinguished scientific men were of this opinion, which had already been expressed by Arago, and the truth of which I have endeavoured to demonstrate in my former researches, and is confirmed by recent investigations.

* Extract of a memoir read before la Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève on the 6th of February, 1862.

Not insisting here on the discussion and study of these investigations, from which it results that the aurora is an electro-atmospheric phenomenon, I will simply call attention to the fact that it is satisfactorily accounted for by admitting, in conformity with the data furnished by direct observation, that, the waters of the ocean being continually charged with positive electricity, the vapours which arise from them act as a conductor of this electricity as far as the upper strata of the atmosphere, where, carried towards the polar regions by the trade-winds, they form as it were a positive envelope to the earth, which itself remains charged with negative electricity. But the earth and the highly rarefied air of the elevated atmospheric regions being perfect conductors, they may be regarded as forming the two conducting-plates of a condenser, of which the insulating stratum is the inferior portion of the atmosphere. The two antagonistic electricities must then necessarily be condensed by their mutual influence in those portions of the atmosphere and of the earth to which they are the nearest, consequently in the regions near the poles, and there neutralize themselves in the form of discharges more or less frequent as soon as their tension reaches the limit which it cannot exceed. These discharges should take place almost simultaneously at the two poles, since the earth being a perfect conductor, the electric tension should be nearly the same at each; there can only be differences in the intensity of the discharges in one region and the other, and from one instant to another in the same region, since the resistance of the stratum of air which separates the two electricities must constantly vary from sundry causes. It is evident, too, that the neutralization of the opposite electricities would not be effected instantaneously, but, considering the low conducting-power of the medium through which it takes place, by successive discharges more or less continuous and variable in intensity.

These principles admitted, I endeavoured to produce artificially in all its details, and under all the attendant circumstances, the phenomenon of the aurora. I have already published the results which I obtained some time since respecting the influence of strong electro-magnets on luminous electric discharges in highly rarefied air—an influence which explains that of terrestrial magnetism on the aurora. The magnetic and electric phenomena which attend their appearance may likewise be produced artificially. The first, as is well known, consist of an augmentation of westerly deflection, followed and occasionally preceded by a much weaker and much less durable easterly deflection. The second, the electric phenomena, manifest themselves by the presence of currents, frequently very intense, in the telegraphic wires. Accurate observations made by Mr. Walker in England,

and by Mr. Loomis in America, show that these currents vary every moment during the appearance of an aurora, not only in intensity, but also in direction, flowing sometimes from N. to S., sometimes from S. to N. But bearing in mind that the currents developed in the telegraphic wires are currents derived from large sheets of metal implanted in moist earth, it will be seen that, the plates being speedily polarized under the chemical action of the current passing through them, they must develope in the wire which unites them an opposite current as soon as that whence they derived their polarization ceases or simply diminishes in intensity. In fact it has been universally remarked that the light of auroræ exhibits a very variable intensity and continual oscillations. Moreover, the discharges which take place simultaneously at the two terrestrial poles, and which constitute the auroræ boreales and australes, must, by the influence of variable and local circumstances, be alternately stronger at one pole than at the other, and even momentarily cease at one pole whilst in action at the other.

The phenomenon occurs thus: the negative electricity with which the earth is charged, arriving at a certain degree of tension, discharges itself in the atmosphere of the polar regions, where it meets the positive accumulated there by the trade-winds. There result on the earth two currents directed from the poles to the equator, the direction being that of the positive electricity; there is especially a current directed from the N. to the S. in the northern hemisphere. But if the discharge takes place at one pole only, the south pole for instance, there is in the northern hemisphere, instead of a current directed from the N. to the S., a current directed from the S. to the N., but weaker. It results from this that the deflection of the magnetic needle, which under the influence of the first current was west in the northern hemisphere, in conformity with laws of electrodynamics, becomes east; hence also the currents exhibited by the electric wires are directed from the S. to the N. instead of from the N. to the S. This cause, added to the secondary polarity which the plates had acquired in transmitting the current directed from the N. to the S., must produce a current almost as strong as the latter.

But in reality it is only rarely that the discharges cease at one pole to take place exclusively at the other; it is rather in difference of intensity that these variations manifest themselves: the same results, however, ensue both as regards the magnetic needle and the telegraphic wires, only they are less pronounced, and accompanied by numerous oscillations.

I have succeeded in verifying by experiment all these results; I have especially convinced myself, by passing the discharge of a Ruhmkorff apparatus, which has traversed highly rarefied air in

order to produce the appearance of the aurora, through a slightly saline solution, and by producing, by means of two copper plates immersed in this solution, a derived current, that these plates acquire secondary polarities which give rise to an inverse current almost as strong as the derived, compensating by its duration what it may lack in intensity. As regards the magnetic disturbances, they are very easy to reproduce by suspending above and very near a surface of mercury placed in the circuit of the same discharge a sewing-needle, the lightest obtainable, very strongly magnetized: the extent and direction of its deviations show that it obeys all the variations of intensity and of direction of the discharge.

The better to realize this reproduction of the natural phenomenon in its entirety and in detail, I have had an apparatus constructed composed of a wooden sphere of from 30 to 35 centimetres in diameter, which represents the earth. At each extremity of one of the diameters of this sphere is fixed a cylinder of soft iron of from 3 to 4 centimetres in diameter, and from 5 to 6 long. The two cylinders repose each, in the portion nearest to the sphere, on a rod of soft iron to which they are solidly united by strong screws; the two rods being vertical, serve as a support to the cylinders and to the sphere, which has thus a horizontal axis terminated by two soft-iron cylinders, which may be magnetized by placing the two vertical supports respectively on the two poles of an electro-magnet, or by surrounding them with a coil traversed by a strong current. An excellent representation is thus obtained of the earth with the two magnetic poles.

The cylinders of soft iron covered with a non-conducting coating, except at their extremity, are each surrounded with a wide glass tube of which they occupy the axis, ending in the middle of this axis. The tubes have a diameter of about 10 centimetres, and a length of about 15; they are hermetically closed by two metallic disks, of which one is traversed by the soft-iron cylinder, and the other bears, by means of two metal branches covered with a non-conducting varnish, a ring, of which the diameter is a trifle less than that of the tube, and of which the centre coincides with the end of the soft-iron cylinder, whilst its plane is perpendicular to the axis of the cylinder, and consequently to that of the tube. The ring itself presents a bright metallic surface, and its outer edge is about half a centimetre from the inner surface of the glass tube. Stopcocks fastened to the disks which close the tubes externally, admit of producing a vacuum, or of introducing at pleasure gases or vapours in greater or smaller quantities.

When operating with this apparatus, two broad bands of blotting-paper are placed on the wooden sphere, one of which

entirely surrounds its equator, and the other, which crosses the first, extends from one pole to the other in such a manner that its extremities are respectively in contact with the iron cylinders. On the last-mentioned band, small plates of copper, of from 1 to 2 centimetres square, are placed, on both sides of the equatorial band; these are to be fixed on by small screws of the same metal, which penetrate the wood of the sphere, and to be placed equidistant from each other on the same meridian. A metallic communication may be established between them by means of a galvanometer wire, which is placed at 10 or 12 metres distance, so as not to be directly influenced by the electro-magnets. The apparatus thus arranged, moisten the blotting-paper bands with salt water; to keep these bands in the necessary state of humidity, it will be sufficient to dip the two ends of the equatorial band in a saline solution contained in a small metal capsule fixed, by means of a rod fastened in the wooden sphere, a little below the lower part of the sphere. The metal capsule is connected with the negative electrode of a Ruhmkorff apparatus, of which the positive electrode is put in communication, by means of a bifurcate conductor, with the metallic disks whence proceed the rings placed in the interior of the tubes. As soon as the Ruhmkorff apparatus is put in action, the discharge is seen, if care has been taken to make a sufficient vacuum in the interior of the tubes, issuing in the shape of a luminous jet between the end of the soft-iron cylinder and the ring; but it is sometimes in one tube and sometimes in the other that the jet bursts, and rarely in both together, notwithstanding that care has been taken to place the two media in condition apparently identical, and particularly to have exactly the same vacuum in both by connecting, during this operation, the interior of one of the tubes with that of the other.

Immediately the soft irons are magnetized, the jet spreads and assumes a rotatory motion, the direction of which depends upon that of the magnetization and of the direction of the discharge. This latter circumstance influences not only the direction of the rotation, but gives rise to other curious changes. Thus, if the direction be altered so that the positive electricity is received by the soft iron, and the negative by the ring, the jet will be observed to spread round the magnetized end of the soft iron so as to form a true ring 1 to 2 centimetres in thickness, of a beautiful rosy red, with a very regular rotatory motion; whilst the metallic ring is surrounded with a luminous violet envelope, forming a sort of sheath about it, and having likewise a rotatory motion. These two rotatory movements are perfectly synchronous, although the rose-coloured ring and the violet ring, separated by an obscure space of several centimetres in extent, appear to have no connexion the one with the other.

But what is still more remarkable is what takes place in the contrary case, that in which, as happens in nature, negative electricity comes in by the soft iron which represents the terrestrial pole, and the positive by the metal ring which represents the atmosphere. In order that the discharge may be well seen, the air must not be so rarefied as in the preceding case; if it is too much so, a little air may be introduced by means of a cock placed for this purpose, or better still a few drops of water, which evaporate, until a single jet is at first observed; then at the moment the soft iron is magnetized the jet commences to rotate and to throw off a multitude of brilliant little jets issuing from the luminous ring which surrounds the end of the soft iron, and terminating in the metallic circle. These jets are equidistant, and perfectly distinct from each other, like the spokes of a wheel, and turn with more or less rapidity. We have here a perfectly faithful representation of what takes place in the auroræ boreales when the auroral arcs send out luminous jets into the high regions of the atmosphere. It is a very remarkable fact that the production of these jets can only occur when the current is directed from the circumference to the centre, as in the natural phenomenon, in which the discharge takes place from the atmosphere to the earth. None are to be seen when the current is directed from the centre to the circumference; there are then but two concentric arcs, one of a rosy red round the soft iron, the other violet which envelopes the metallic ring; the two separated by a perfectly obscure annular space.

Looking now at the galvanometer 10 or 12 metres off, where terminate the wires which separate the metallic plates fixed on the moistened bands of the sphere which represents the earth, we shall make the following observations.

The sphere is divided by the equatorial band of paper into two hemispheres, each of which has a magnetic pole, and which we will style northern hemisphere and southern hemisphere. We at first place the two metallic plates whence proceed the wires connected with the galvanometer, at a little distance from each other, on the same side of the equator, on the moistened band which extends like a meridian from one pole to the other. If the discharge takes place at the north pole, the needle of the galvanometer indicates by its deviation a derived current of 70 to 80 degrees, which shows the presence of a strong current travelling on the sphere in its northern hemisphere from N. to S. If the discharge takes place at the south pole, a much weaker derived current is remarked (from 25 to 30 degrees) directed a contrary way, and which indicates the presence on the sphere, still in its northern hemisphere, of a current much weaker than the preceding, and moving from the S. to the N., and not

from the N. to the S. It is essential that care be taken, before exhibiting this second derived current, to assure oneself that the metallic plates have lost the secondary polarities which they had derived from the effect of the first. For these polarities give rise of themselves to a current moving likewise from the S. to the N., since it is the contrary of that which has produced them. This current is added to that which is derived from the alteration of the position of the discharge, and greatly augments its intensity. It shows itself alone if the discharge ceases momentarily at the north pole without taking place immediately at the south pole; and, as I have already remarked above, it may of itself alone be almost as strong as that which has given rise to it. The same phenomena present themselves, precisely in the same way, except that the direction of the current is reversed, when the two metal plates are fixed in the southern hemisphere of the sphere, instead of being in the north.

To resume, if we fix, on the moistened band which represents a meridian, two similar and equidistant pairs of metal plates, one on one side of the equator, the other on the other side, and observe the derived currents which they exhibit, we ascertain that the current exhibited by the plates of the northern hemisphere is directed from the N. to the S. when the discharge takes place at the north pole, and from the S. to the N. when the discharge is transferred to the south pole; we ascertain likewise that that which is exhibited by the plates situate in the south hemisphere is directed from the S. to the N. when the discharge takes place at the south pole, and from the N. to the S. when it is removed to the north pole. It is readily conceived that a difference in the intensity of the discharges which take place at the two poles simultaneously, is sufficient to produce the same effects, only in a slightly less degree than when there is a complete cessation of the discharge at one of the poles, accompanied by its appearance at the other. This is precisely what takes place in nature, and it explains all the variations in the movements of the galvanometers placed in the circuit of telegraphic wires, which accompany so faithfully the different phases through which pass the electric discharges constituting the auroræ boreales and australes.

I have already indicated how these variations explain the disturbances of the needle, which I have also succeeded in reproducing artificially, either independently of the other phenomena, or simultaneously, by causing the same discharge which is communicated to the apparatus just described, to pass through a surface of mercury above which a magnetic needle is delicately suspended. These disturbances, being the result of the direct action of the terrestrial currents upon the magnetic needle, are independent of the secondary polarities, which play an important

part in the currents of telegraphic wires. Therefore, although proceeding from the same cause, these two kinds of phenomena, notwithstanding that they are subject to the same general variations, present remarkable differences in their phases.

I will add that I have failed to discover how it is that, under conditions apparently perfectly identical, the discharge takes place at one of the poles sooner than at the other, or, what is still more remarkable, why, after occurring for some time at one of the poles, it passes suddenly to the other: the changes are evidently attributable to certain modifications which occur in the medium placed in the course of the discharge, and the nature of which it is difficult to determine; but they readily explain how it happens that in nature, where it is impossible to admit that the conditions are identical and constantly the same at the two poles of the earth, the auroræ, although manifesting themselves simultaneously at one and the other, can never be completely alike in both. They also render obvious how it is that when they are observed at a single pole (at the north pole, for instance) they exhibit in their appearance, as well as in the phenomena which attend them, those oscillations which are their principal characteristic.

Supplemental Note.—I am desirous of mentioning here that the delicate apparatus by which I have succeeded in faithfully reproducing the auroræ boreales and australes with their attendant phenomena, has been constructed in the manufactory of philosophical instruments of Professor Thury, under the direction of M. Eugène Schwerd, a skilful German artist. This apparatus, executed with the greatest care, may be applied to a number of experiments; I have especially used it with success in researches on the propagation of electricity in different gases —researches which I shall soon publish.

Erdmagnetische Untersuchungen im Zobtengebiet.

Inaugural-Dissertation

welche

nebst den beigefügten Thesen

mit Genehmigung der

hohen philosophischen Fakultät der Königlichen Universität Breslau

zur Erlangung der

philosophischen Doktorwürde

am Mittwoch, den 31. Mai 1899, mittags 12 Uhr

in der Aula Leopoldina der Königlichen Universität

öffentlich verteidigen wird

Max Zeisberg.

Opponenten:
Dr. phil. **W. Ludwig,**
cand. phil. **H. Guradze.**

BRESLAU.
Anton Schreiber, Buchdruckerei, Albrechtsstrasse 20.

19772.

BODLEIAN
17 II 189
LIBRARY

Es ist mir eine angenehme Pflicht, an dieser Stelle meinen hochverehrten Lehrern

Herrn Geh. Rat Prof. O. E. Meyer

und

Herrn Prof. Dr. Ad. Heydweiller

aufrichtig zu danken für die Anregung und die Förderung, die sie mir bei der Anfertigung dieser Arbeit haben zu Teil werden lassen.

Dem Andenken meines Vaters.

Einleitung.

Als in den dreissiger Jahren dieses Jahrhunderts die Erforschung des Erdmagnetismus infolge der Bemühungen von Gauss und Weber einen so mächtigen Aufschwung nahm, da begnügte man sich damit, in grossen Zügen ein allgemeines Bild von dem magnetischen Zustand der Erde zu entwerfen. Um möglichst grosse Übereinstimmung mit den von Gauss berechneten Isogonen, Isoclinen und Isodynamen zu erhalten, ging man allen Lokaleinflüssen, die auf die magnetischen Beobachtungen störend einwirkten, sorgfältig aus dem Wege. War dies nicht möglich, so fasste man die Beobachtungsergebnisse ganzer Gebiete zusammen und berücksichtigte nur den Mittelwert. Auf diese Weise erhielt man denn auch Kurven von grosser Regelmässigkeit, die mit den nach Gauss' Theorie gezeichneten befriedigende Uebereinstimmung zeigten. Doch wies schon damals Weber darauf hin, dass eingehende Aufnahmen gerade solcher Gegenden mit magnetischen Lokaleinflüssen von grosser Wichtigkeit wären, und dass man dadurch bedeutsame Aufschlüsse über das Wesen des Erdmagnetismus erhalten würde.

Schon zu jener Zeit kannte man eine Anzahl Orte, wo infolge des Vorhandenseins gewisser Gesteine, wie Basalt, Serpentin, Granit, u. s. w., die magnetischen Wirkungen der Erde eigentümliche Abweichungen zeigten. Auf Grund der Anregungen, die Weber und auch Humboldt gaben, wurde die Aufmerksamkeit der Forscher noch mehr darauf gelenkt, sodass jetzt eine sehr umfangreiche Litteratur über solche Gegenden mit magnetischen Anomalien vorhanden ist.

Litteratur.

Zusammenstellungen dieser Litteratur finden sich in folgenden Werken:

1. Gilbert: Historische Übersicht über die Theorie des Erdmagnetismus. Gilb. Ann. LXX. 1822. — 2. Gehler: Physikalisches Wörterbuch. Leipzig 1836. — 3. Dove und Moser: Repertorium der Physik. Berlin 1837—49. — 4. Ami Boué: Litteraturübersicht in den Sitzungsberichten der Wiener Akademie. 1856. — 5. Engelmann: Bibliotheca geographica und Bibliotheca historico-naturalis. Leipzig 1857. — 6. Carl: Repertorium der Experimentalphysik. Band V. 1869. — 7. Hellmann: Repertorium der deutschen Meteorologie. Leipzig 1883. — 8. S. Günther: Lehrbuch der Geophysik. II. Band. Stuttgart 1885. — 9 E. Naumann: Die Erscheinungen des Erdmagnetismus in ihrer Abhängigkeit vom Bau der Erdrinde. Stuttgart 1887. — 10. Zirkel: Handbuch der Petrographie. I. Band. Leipzig 1893. — 11. Wagner: Geographisches Jahrbuch. 13. 1889 und 15. 1891.

Die laufende Litteratur der neuesten Zeit findet sich in der von Hann und Köppen redigierten »Meteorologischen Zeitschrift« (Wien).

Da jedoch in keinem der genannten Werke die Litteratur vollständig erwähnt ist, habe ich im Folgenden eine möglichst vollständige Zusammenstellung und Fortführung bis zum Jahre 1898 versucht.

12. Gmelin: Über Basaltberge in der sibirischen Tartarei. In seiner „Reise durch Sibirien". Göttingen 1752. — 14. Schröder: Über die Schnarcher. In „Abhandlungen über das Brockengebirge". 1790. — 14. Lasius: Beobachtungen über das Harzgebirge. — 15. Jordan: Über die Schnarcher. Bodes astron. Abhandl. 1793. — 16. Freiesleben: Über die Schnarcher. In „Bemerkungen über den Harz". — 17. Dolomieu: Magnetisehe Wirkungen von Laven. Journ. de Phys. 1794. — 18. Humboldt: Über den Haidberg. Neues bergmänn. Journ. 1795, 1797. Intelligenzbl. d. Jenaer allg. Litt. Zeitg. 1797. — 19. Fleuriau: Magnetische Wirkungen des Pechsteins bei Padua. Journ. de Phys. 1794. — 20. v. Schlottheim: Über die Eigenschaft verschiedener Steinarten auf den Magnet zu wirken. Crells Ch. Ann. 1797. — 21. Gillet: Description d'un feldspath rougeatre du Harz, ayant les propriétés de l'aimant. Soc. Phil. 6. — 22. Charpentier: Über den Haidberg. Allg. Litt.-Z. 1797. — 23. Beyer: Über magnetische Gesteine. Allg. Litt.-Z. 1797. — 24. Ad. Bayer: Minerale mit magnetischen Polen. Neues Bergm. Journ. 1797. — 25. Humboldt: Über die merkwürdige Polarität einer Gebirgskuppe von Serpentinstein. Grens Neues Journ. Phys. 1797. —

26. Flurl: Magnetische Wirkungen bei Erbendorf im Fichtelgebirge. Molls Jahrbuch 1799. — 27. Wächter: Neue Beobachtungen über magnetische Granitfelsen im Harz. Gilb. Ann. 5. Bd. 1800. — 28. Zeune: Über Basaltpolarität. Berlin 1801. — 29. Breislak: Über magnetische Laven. Lichtenbergs Magazin f. d. Neueste a. d. Phys. 1802. — 30. Hausmann: Über die Schnarcher. Crells chem. Ann. 1803. — 31. Ludwig: Über polarmagnetische Erscheinungen bei Frankenstein. Darmstadt, 1803. — 32. Flurl: Über magnetische Wirkungen auf einem Serpentinrücken bei Kretschenreut. In seiner Schrift über die Gebirgsformationen in der Kurpfalz. 1805. — 33. Freiesleben: Magnetische Erscheinungen bei Eisleben. Molls Ann. 1805. — 34. Jordan: Erklärung der magnetischen Erscheinungen im Harzer Granit. Ann. d. Phys. 1807. — 35. Humboldt: Über magnetischen Thonporphyr in Peru. Gilb. Ann. 26. 1807. — 36. Löwenörn: Magnetische Anomalien in Irland. Gilb. Ann. 29. — 37. Schulze: Magnetische Basaltfelsen in der Eifel. Schweiggers Journ. 52. — 38. Reuss: Magnetische Wirkungen auf der hohen Wostroi (Böhmen). Schweiggers Journ. 53. — 39. La Peyrouse: Magnetische Anomalien bei Teneriffa. Gilb. Ann. 32. — 40. Cook: Magnetische Anomalien an den Südseeinseln. Gilb. Ann. 35. — 41. Vieth: Über die Schnarcher. Zachs monatl. Corr. 1808. — 42. Zimmermann: Über eine neue magnetische Gebirgsart. Ann. d. Phys. 28. — 43. Mac Culloch: Magnetischer Trapp. Tr. geol. Soc. Lond. 1814. — 44. Mac Culloch: Magnetische Wirkungen auf dem Gipfel des Glamich. L. geol. Soc. Tr. 1816. — 45. Bischof: Beobachtungen über die magnetischen Eigenschaften einiger Gebirgsarten des Fichtelgebirges. Schweigg. Journ. 1816. — 46. Webster: Magnetismus verschiedener Gesteine in Schottland. Ann. of phil. 1817. — 47. Mac Culloch: Deviationen des Magnets bei Canna. Desc. of West. Irland. 1820. — 48. Mudge: Magnetismus bei der Insel St. Mago und Great Salvage, Canarien. Ed. phil. J. 1821. — 49. Giesecke: Magnetismus bei der Disco-Insel. ibid. — 50. Martini: Anteil des Erdmagnetismus an der Beschaffenheit der Metall-Lagerstätten. Gilb. Ann. 52. 1822. — 51. Blesson: Über magnetischen Thoneisenstein. Gilb. Ann. 52. — 52. Yates: Der Magnesia-Fels, Klein-Asien. Neues Jahrb. f. Min. 1836. — 53. Oeynhausen: Magnetismus bei Frankenstein. Rheinl. Ges. 1823 — 54. Schübler: Magnetismus am Karpfenbühl, Urach. Würt. Jahrb. f. vaterl. Gesch. n. Geogr. 1824. — 55. Hardt: Über den Haidberg. Gilb. Ann. 44. — 56. Reuss: Der Schröckenstein im Mittelgebirge. Schweigg. Journ. 1828. — 57. Erman: Über die magnetischen Verhältnisse in der Gegend von Berlin. Abh. d. Ak. d. Wiss. 1828. — 58. Buchanan: Magnetische Wirkungen bei Dumbarton Castle. Hist. Scot. LXX. — 59. Odeleben: Magnetische Anomalien am Winterberg. Topograph. Aufn. d. sächs. Schweiz 1830. — 60. Farquharson: Coilberg in Aberdeenshire. Ed. n. phil. Journ. 1830. — 61. Galbraith: Magnetische Wirkungen an Arthur's Seat. Ed. n. phil. J. 1831. — 62. Jameson: Magnetische Erscheinungen am Craig of Ailsa, Loch

Ryan, Schottland. Ed. n. ph. J. 1831. — 63. Marcel de Serres: Erloschene Vulkane in Südfrankr. Marseille, 1832. — 64. Fox: Der Basalt des Cyklopenberges, Sicilien. Phil. Mag. 1834. — 65. Gauss u. Weber: Resultate der Beobachtungen des magnetischen Vereins. 1836—40. — 66. Kreil: Magnetische und geographische Ortsbestimmungen in Böhmen. 1840. — 67. Kreil: Modifikationen der Deklination bei Brünn. Denkschr. d. Wiener Ak. 1840. — 68. Weber: Bemerkungen über magnetische Lokaleinflüsse bei Göttingen. Poggend. A. 1840. — 69. Suckow: Magnetische Wirkungen bei Frankenstein. Erdmanns Journ. f. pr. Ch. 1841. — 70. Kössler: Der Kammerbühl bei Franzensbad. Altenb. 1842. — 71. Zimmermann: Über das magnetische Verhalten der Basalte u. Laven der Eifel. A. d. Phys. 28. — 72. Locke: Observations in 1838—43 on Magnetical Force in the United States. — 72a. Hopkins: Connex of Geology with terrestrial magnetism. 1844. — 73. Förstemann: Über das magnetische Verhalten der Basalte und Laven der Eifel. Verhandl. d. naturw. Vereins f. Rheinl. 1844. — 74. Hilbert: History of the extinct volcanoes of the basin of Neuwied. — 75. Lefroy: Diary of a Magnetical Survey of a portion of Canada. 1843/44. — 76. Hitchcock: Magnetische Anomalien in New-England. Proc. 6. Meet. Americ. Ass. 1845. — 77. Hansteen: Magnetischer Basalt. Echo du Monde Sav. 1845. — 78. Kreil: Magnetische und geographische Ortsbestimmungen im östr. Kaiserstaate. Prag, 1848. — 79. Fournet: Aperçus sur le magnétisme des minérails et des roches. Lyon, 1848. — 80. Kreil: Wirkung der Eisenlager in Eisenerz und des St. Michaelstollen auf die Horizontalintensität. Denkschr. d. Wiener Ak. 1849. — 81. Kreil: Magnetische Basalte am Bregonzaberg. Denkschr. d. W. Ak. 1849. — 82. Reich: Über die magnetische Polarität des Pöhlberges bei Annaberg. Poggend. A. 1849. — 83. Kreil: Über den Einfluss der Alpen auf die Äusserungen der magnetischen Erdkraft. Denkschr. d. Wien. Ak. 1850. — 84. Locke: Magnetische Anomalien am Lake Superior. Bull. Soc. géol. 1850. — 85. Zaddach: Über natürliche Magnete. Königsberger naturw. Unterh. 1852. — 86. Sabine: Report on the magnetical isoclinal and isodyn. Lines in the British Island. 1852. — 87. Durocher: Magnetismus von Felsarten. Paris 1849. — 88. Melloni: Ricerche relative al magnetismo di Rocce. Neapel 1853. — 89. Melloni: Rendiconto della Soc. R. Borbonica. Neapel 1854. — 90. Melloni: Über den Magnetismus der Gesteine. Monatsber. d. pr. Akad. d. Wiss. Berlin 1854. — 91. Schlagintweit: Magnetische Messungen in Asien. 1854/57. — 92. Tasche: Über Magnetismus einfacher Gesteine und Felsarten. Jahrb. d. geol. Reichsanstalt. Wien 1857. — 93. Lamont: Untersuchungen über den Erdmagnetismus im südlichen Europa. München 1858. — 94. Kane: Magnetical observations in the Arctic Seas. Washington 1858. — 95. Förstemann: Über Mellonis Untersuchungen. Poggend. A. 1859. — 96. R. Lenz: Untersuchung einer unregelmässigen Verteilung des Erdmagnetismus im nördlichen Teile des Finnischen Meerbusens. Mém.

de l'Ac. Imp. Pétersb. 1863. — 97. Perry: Magnetic Survey of France. London 1870. — 98. Perry: Magnetic Survey of Belgium. Lond. 1871. — 99. Rijckevorsel: Magnetic Survey of the Indian Archipelago. 1874/78 — 100. R. Thalén: Sur la recherche des mines de fer à l'aide de mesures magnétiques. Nova Acta Reg. Soc. Scient. Upsal. 1877/78. — 101. K. Koristka: Über einen Basalt mit polarem Magnetismus bei Mariaschein. Sitzungsber. d. R. böhm. Ges. d. Wiss. Prag 1880. — 102. Thorpe und Rücker: Note on the Irregularities in magnetic Inclination on the West Coast of Scotland. Proc. Soc. XXXVI. 1883. 103. Naumann: Bau und Entstehung der japanischen Inseln. 1885. — 104. Hammer: Verlauf der Isogonen im mittleren Württemberg. Stuttgart 1886. — 105. Creak: On local disturbances in islands far from a continent. 1886. — 106. Keller: Magnetische Anomalien in Latium. Rend. Acc. 1886. 1888. — 107. Schreyer: Erdmagnetische Beobachtungen im Königreich Sachsen. Freiberg 1886. — 108. Schaper: Magnetische Aufnahme des Küstengebietes zwischen Elbe und Oder. 1887. Arch. d. Seew. 1889. — 109. Eschenhagen: Die Lage der erdmagnetischen Pole und ihre Beziehungen zur Verteilung von Land und Wasser. Peterm. geogr. Mitt. 34. Band. 1888. — 110. Andree u. König: Der Magnetstein von Frankenstein an der Bergstrasse. Frankfurt 1888. — 111. O. E. Meyer: Messungen der erdmagnetischen Kraft in Schlesien und Untersuchungen über Gebirgsmagnetismus. Jahresber. d. Schl. Gesellsch. f. vaterl. Cultur 1888. — 112. O. E. Meyer: Über Gebirgsmagnetismus. Sitzungsber. d. bayr. Ak. d. Wiss. 1889. — 113. O. E. Meyer: Gebirgsmagnetometer. Wiedemanns Ann. 40. — 114. Creak: The Physic and Chemistry of the voyage of H. M. S. Challenger. Part VI. Report on Magnetic Results. London 1889. — 115. Rijckevorsel: Magnetic Survey of the Eastern part of Brasil. Amsterdam 1890. — 116. Eschenhagen: Bestimmung der erdmagnetischen Elemente in 40 Stationen von Nordwestdeutschland. Berlin 1890. — 117. Oddone und Franchi: Sul Magnetismo di Monte. Annali dell Ufficio Centrale di Meteorologica e Geodinamica 1890. — 118. Liznar: Verteilung der erdmagnetischen Kraft in Östreich-Ungarn zur Epoche 1890. — 119. Liznar: Eine neue magnetische Aufnahme Östreichs. Sitzungsber. d. Ak. d. Wiss. Wien 1890. — 120. Moureaux: Anomalie magnétique du Bassin de Paris. Paris 1890. — 121. Palazzo: Misure magnetotelluriche eseguite in Italia neglianni 1888 e 1889, ed osservazioni relative del influence perturbatrice del sudo. Rend. Acc. d. Lincei 1891. — 122. Tigerstedt: Eine eigentümliche Abweichung der Magnetnadel beobachtet im Rapakivigebirge bei Wiborg. Bull. de la soc. géogr. de Finlande. 1891. — 123. Rijckevorsel: Magnetische Aufnahme der Niederlande. Amst. 1891. — 124. Oddone u. Sella: Messungen in Piemont. Rend. Acc. d. Lincei 1891. — 125. Sella: Magnetische Messungen am Monte Rosa. Rend. Acc. Linc. 1891. — 126. Evers: Über neuere magnetische Forschungen. Danzig 1892. — 127. Paulsen: Annales de l'observatoire de Copenhague. Kopenh. 1892.

128. Neumayer: Über das gegenwärtig vorliegende Material für die erd- und weltmagnetische Forschung. Versamml. d. Naturforscher und Ärzte. Wien 1894. — 129. Laschober u. Kesslitz: Magnetische Beobachtungen an den Küsten der Adria. Pola 1892. — 130. A. Schmidt: Über die bisherigen Ergebnisse und die zukünftigen Aufgaben der erdmagnetischen Forschung. Verhandl. deutsch. Naturf. u. Ärzte. Nürnberg 1893. — 131. Poproujenko: Anomalie magnétique d'Odessa. Revue météor. 1893. — 132. Magnetische Messungen auf Island, Jan Mayen, Spitzbergen. Ann. de la soc. météor. de France. 1893. — 133. Tachini: Sulle carta magnetiche d'Italia. Genova 1893. — Palazzo: Mem. degl. spettroscopisti. vol. 22. 1893. — 134. Neumayer: Anomalien im Ostseegebiet. 6. Versamml. d. deutsch. meteor. Gesellsch. — 135. Kesslitz: Magnetische Aufnahmen in Bosnien und Herzegowina. 1893. — 136. Folgheraiter: Origine del magnetismo nelle roccie vulcaniche de Lazio. Rend. Acc. Linc. 1894. Juli. — 137. Folgheraiter: Distribuzione del magnetismo nelle roccie vulcaniche del Lazio. Rend Acc. Linc. 1894. Aug. — 138. Folgheraiter: Orientazione ed intensita del magnetismo nelle roccie vulcaniche. Rend. Acc. Linc. 1894. Sept. — 139. Folgheraiter: Erdinduktion und Magnetismus vulkanischer Gesteine Atti del Rend. Acc. Linc. 1895. — 140. Neumayer: Einige neuere Forschungen auf dem Gebiete des Erdmagnetismus. Vers. Naturf. u. Ärzte, Wien 1894. — 141. Rijckevorsel und van Bemmelen: Magnetische Beobachtungen in der Schweiz. Utrecht 1896. — 142. Carlheim-Gyllenskiöld: Détermination des éléments magnétiques dans la Suède méridionale. Stockholm 1889. — 143. Sella: Misure Relative della Componente orizontale del Magnetismo Terrestre sul Monte Rosa, a Biella ed a Roma. Rom 1896. — 144. Pockels: Über Gesteinsmagnetismus und dessen wahrscheinliche Ursache. Neues Jahrb. f. Min. 1897. — 145. Eschenhagen: Magnetische Messungen im Harz. Soll in den Nova Acta d. Leop. Ak. erscheinen. — 146. Franchi: Anomalien der Declination in den magnesitreichen Serpentinen der grajischen Alpen. — 147. Keller: Magnetische Felsen an der Rocca di Papa. — 148. Fritzsche: Über eine magnetische Lokalabweichung bei Moskau und ihre Beziehung zur dortigen Lokalattraktion. Petermanns Mitt No. 78.

Gegenden mit magnetischen Anomalien.

Bei der Durchsicht dieser umfangreichen Litteratur ergiebt sich die Thatsache, dass Orte mit magnetischen Abweichungen häufig zu finden sind, ja dass sogar in der Nähe von Vulkanen, gewissen Eruptivgesteinen oder Erzlagern Anomalien ziemlich sicher zu erwarten sind. Um einen Über-

blick über die Häufigkeit dieser Erscheinungen zu geben, habe ich eine möglichst umfassende kurze Zusammenstellung der bis jetzt beobachteten Störungsgebiete versucht. Die in Klammern beigefügten Zahlen geben die Nummer des Werkes in der Litteraturübersicht an, in welchem der betreffende Ort erwähnt ist.

Afrika:

NO Ufer des Nyassasees (144), Canarische Inseln (48), Pic von Teneriffa (39).

Amerika:

Vulkan Puracé (35), bei Quito (144), Klippen bei New-York (72), in New-Jersey (76), Canada (75), am Lake Superior (84).

Eismeer:

Island (36, 94), Jan Mayen, Spitzbergen (132).

Asien:

Magneteisenberg Ulu-utasse, Sibirien (9), bei Jekaterinburg (9), rib. Tartarei (12), Japan (9), Himalaya (91), Inseln (40), Magnesia, Klein-Asien (52).

Russland:

Finnischer Meerbusen (96), Wiborg (122), Moskau (9,148), Odessa (131), Charkow, Orel, Ural (9).

Österreich:

Viele Orte Böhmens (144), Hohe Wostroi (38), Teplitz (101), Franzensbad (70), Brünn (67), Karpathen (9, 118, 119), Siebenbürgen (144), Bosnien (135), Dalmat. Küste (129).

Italien:

Ätna, Sizilien (64), Sardinien (133), Sorrent, Latium, Neapel (136,137,138,147, 106, 121), Piemont (124), Padua (19), Bregonza (81), Bellagio, Biella, Monte Rosa (125, 143).

Frankreich:

Grajische Alpen (146), Südfrankreich (63), Auvergne (144), Paris (120), Linie Dieppe—Loire (120).

Belgien (98, 123).

Gross-Britannien:

Südl. England (9), Giant's Causeway, Loch Scavig (46), Arthur's Seat (61), Dumbarton Castle (58), Westküste von Schottland (102), Irland (47), Craig of Ailsa, Loch Ryan (62), Coilberg in Aberdeenshire (60), Insel Mull (9), Gipfel des Glamich (44).

Schweden:

Jeddafjeld (9), Lulea, Haparanda (134), Bornholm (134). südl. Schweden (142).

Deutschland:

Ostseeküste (134), Ostpreussen, Mecklenburg (134), Nordseeküste (108), Steinkohlenrevier im Rheinland (123), Eifel (37, 71, 73), Hessisches Bergland (144), Rhön (92), Hohe Acht (74), bei Göttingen (65, 68), Odenwald (11), Frankenstein a. d. Bergstrasse (31, 53, 69, 110), Wüttemberg (44, 104), Harz (13, 14, 15, 16, 33, 21, 27, 34), Schwäbische Alp (104), Pöhlberg bei Annaberg (82), Sächsische Schweiz (59,144), Fichtelgebirge (32,26,45,56), Haidberg (18,22,25,55), Riesengebirge (144, 111, 112, 113), Zobtenberg (111, 112, 113).

An den meisten der erwähnten Orte sind nur Kompassablenkungen konstatiert worden, erst in neuerer Zeit hat man Intensitätsvariationen gemessen. Diese haben sich aber dann immer auf grössere Gebiete erstreckt, wobei die einzelnen Stationen weit auseinander lagen. Im Folgenden soll über eine ganz ins Einzelne gehende Messung der Variationen auf beschränktem Gebiet berichtet werden, die ich auf Anregung von Professor O. E. Meyer unternahm.

Nähere Angaben über das untersuchte Gebiet am Zobten.

Der Zobten ist ein fast unmittelbar aus der Ebene aufsteigender Bergkegel von ungefähr 500 m relativer Höhe, an den sich nach Norden zu zwei niedrigere Kuppen anschliessen, der Kreuz- oder Mittelberg und der Engelsberg. Östlich vom Kreuzberg erhebt sich noch der niedrige Stollberg. Im Süden hängt der Zobten durch einen schmalen

Sattel mit einem ihn halbmondförmig umgebenden niedrigen Bergzug zusammen, der seine höchste Erhebung, den Geiersberg, unmittelbar an dem Sattel zeigt. An den Geiersberg schliesst sich nach Osten zu der Ebereschenberg, die Ölsner Berge und der Weinberg an, nach Westen zu der schwarze Berg. Dieser bogenförmige Zug hat nach dem Zobten zu einen Steilabfall, nach Süden verläuft er allmählich in die Ebene. Der Zobtengipfel selbst und die ganze östliche und südöstliche Abdachung des Zobtens besteht aus Gabbro, der nordwestliche Teil aus Granit. Die Grenze beider Gesteine fängt südlich vom Dorfe Krotzel an, erhebt sich schnell bis unterhalb des »grossen Riesner«, eines Nebengipfels des Zobtens, und verläuft dann nach dem Engelsberg zu, dessen grössere, östliche Hälfte noch aus Gabbro besteht.

Der halbmondförmige Bergzug vom Geiersberg an ist von Serpentin gebildet. Die Grenze zwischen Serpentin und Gabbro verläuft ungefähr auf dem Sattel zwischen Zobten und Geiersberg. Sie ist nicht scharf ausgeprägt, da der Serpentin nur ein Umwandlungsprodukt des Gabbro ist, und zwar ist die Umwandlung vielleicht infolge des kohlensäurehaltigen Sickerwassers geschehen. Bei dieser Umwandlung ist auch Magneteisenstein entstanden, was für die magnetischen Eigenschaften des Gesteins von grosser Bedeutung ist. Schon am Anfang dieses Jahrhunderts hat man denn auch an dem Serpentin des Geiersberges magnetische Wirkungen, in Kompassablenkungen bestehend, gefunden. Kunowsky schreibt darüber in den schlesischen Provinzialblättern No. 57, aus dem Jahre 1813, wie folgt:

»An mehreren freistehenden Rändern habe ich den Magnetismus des Serpentins beobachtet. Besonders stark äusserte er sich ein wenig unter dem Gipfel, wo ein Lager von Gabbro aufsitzt, im Liegenden dieses Lagers. Die Stellung der Pole gegen die Erdaxe lässt sich sowenig als ihre Neigung gegen den Horizont auffinden, da die Felsen nicht freistehen. An den meisten Orten jedoch ist die sich zeigende Polarität der des Erdmagnetismus völlig entgegengesetzt und verwirft die Richtung der Nadel schon in einer Entfernung von 3—4 Fuss, wogegen sie erst in 6—8 Zoll

Weite sich ganz umkehrt. In einzelnen Stufen habe ich zwei bis drei sich spitzwinklig kreuzende magnetische Axen gefunden, sodass gleichnamige Pole in eine Hauptrichtung fielen.«

Auch am Serpentin des weiter westlich liegenden Költschenberges ist ihm diese Erscheinung aufgefallen, die er mit Recht der Verteilung von Magneteisenstein zuschreibt. Sadebeck erwähnt in seiner 1856 in den »Verhandlungen der Leopoldinisch-Carolinischen Akademie« erschienenen Monographie über den Zobten ebenfalls diesen Magnetismus. Am Gabbro haben weder Kunowsky noch Sadebeck trotz Suchens magnetische Wirkungen gefunden. In neuerer Zeit ist der Magnetismus des Zobten in seiner Beziehung zum Erdmagnetismus von Professor O. E. Meyer untersucht worden, und zwar zur Entscheidung der Frage, ob der Berg in der Richtung der Deklination oder der Inklination magnetisiert sei. Die Ergebnisse seiner Untersuchungen waren folgende:

Die erdmagnetischen Kräfte wirken schwächer über dem östlich und südlich vom Berge liegenden Serpentingestein, als über dem Gabbrogestein der Bergspitze, und ihre Stärke nimmt noch mehr über dem nördlich abgelagerten Granit zu. Die vorherrschende Axe des Gebirgsmagnetismus fällt mit der Richtung der Inklination zusammen, und der Wert, der an einem Orte beobachteten Intensität wird hauptsächlich durch den magnetischen Zustand des unmittelbar unter dem Beobachtungsorte liegenden Gesteins bedingt.

Zur weiteren Bestätigung und Aufklärung dieser Erscheinungen habe ich im Sommer 1897 und 1898 genaue und ausgedehnte Messungen der Variation der erdmagnetischen Kraft am Zobten angestellt.

Verfahren bei den magnetischen Messungen.

Da es sich bei den vorliegenden Untersuchungen nicht um Kenntnis der absoluten Werte des Erdmagnetismus handelte, sondern vor allem um deren relative Veränderungen von Ort zu Ort innerhalb des Zobtengebietes, so konnte ich mich von vornherein auf die Benützung der Variationsapparate

beschränken. Deren standen mir zwei zur Verfügung, das Gebirgsmagnetometer von O. E. Meyer, mit dem sich die Inklination und die Variation der Gesamtintensität bestimmen lässt, und das Lokalvariometer von Kohlrausch, das nur die Veränderung der Horizontalintensität liefert. Es galt vor allem, an einer möglichst grossen Zahl von Punkten zu beobachten. Da nun das Gebirgsmagnetometer eine beträchtlich grössere Zeit zu jeder Beobachtung erfordert, als das Lokalvariometer, habe ich vorläufig auf Kenntnis der Gesamtintensität und z. T. der Inklination verzichtet, und nur mit dem letzteren die Horizontalintensität bestimmt.

Das Variometer von Kohlrausch (näheres s. Wiedemann's Annalen, Bd. 29) besteht aus einer Magnetnadel und einem Magneten, der zentral unter ihr in einer solchen Höhe befestigt ist, dass seine Einwirkung auf die Nadel diejenige des Erdmagnetismus nur wenig übertrifft. Magnet und Nadel werden beide in den magnetischen Meridian eingestellt, der Magnet mit dem Nordpol nach Norden, sodass die Nadel sich in umgekehrter Zwangstellung befindet. Dann wird der Magnet um $29{,}9^0$ beiderseits aus dem Meridian gedreht, und die dadurch erfolgenden Nadelausschläge gemessen. Ist nun die Differenz der Ausschläge des Nordpols und des Südpols der Nadel an einem Beobachtungsorte p_1, an einem zweiten p_2, so ist das Verhältnis der Horizontalintensitäten der beiden Orte:

$$\frac{H_2}{H_1} = 1 + \operatorname{tg} 29{,}9^0 \cdot \sin \left\{ \frac{p_2 - p_1}{2} \right\}.$$

Nimmt man den Winkel zwischen Magnet und Meridian $29{,}9^0$, genauer $29^0\,53'\,12''$, so kann man, solange $\frac{p_2 - p_1}{2} < 12^0$, die Annäherungsformel benützen:

$$\frac{H_2}{H_1} = 1 + 0{,}005_0 \cdot (p_2 - p_1) \cdot \text{(s. Kohlrausch: Prakt. Physik).}$$

Berücksichtigt man noch den Temperaturkoeffizienten n des Instrumentes, so ergiebt sich:

$$\frac{H_2}{H_1} = 1 + 0{,}005_0 (p_2 - p_1) + n (t_1 - t_2),$$ wo t_1 und t_2 die Temperaturen an den beiden Beobachtungsorten sind. Für n habe ich den Wert $-0{,}007_{39}$ gefunden.

Ich habe mit Hilfe dieser Formel die Verhältnisse der Horizontalintensitäten einer grossen Anzahl von Punkten zu der an einem bestimmten Ausgangspunkte berechnet. Dieser Ausgangsort, dessen Horizontalintensität H_1 also die willkürliche von mir benützte Einheit ist, liegt im Nordwesten des Engelsberges. Ich ging bei den Messungen eines jeden Tages von ihm aus und kehrte zum Schluss zu ihm zurück. Da ich nie nach Berücksichtigung der Temperaturveränderung eine wesentliche Änderung der erhaltenen Werte bemerkte, wurde ich von der Konstanz des Instrumentes überzeugt.

Was die einzelnen Messungen anbetrifft, so benützte ich dabei ein eisenfreies Stativ und vermied peinlich, irgend welche eiserne Gegenstände bei mir zu tragen oder in der Nähe zu haben. Die einzelnen Ablesungen geschahen mit der Lupe, die Zehntelgrade mussten geschätzt werden, indessen glaube ich dabei höchstens Fehler von $^1/_{10}{}^0$ begangen zu haben. Dieser Ablesungsfehler würde ein halbes Tausendstel der gefundenen Horizontalintensität ausmachen, also ohne störenden Einfluss sein. Die einzige grössere Ungenauigkeitsquelle ist die zeitliche Änderung der Horizontalintensität im Laufe eines Beobachtungstages, da mir keine Parallelbeobachtungen derselben zu Gebote standen. Doch erhielt ich die registrierten Kurven der Horizontalintensität aus Potsdam und diejenigen der Deklination aus Beuthen. Ich verwarf nun die Messungen aller Tage, an denen diese Kurven Unregelmässigkeiten zeigten, die auf grössere als die gewöhnlichen Tagesschwankungen schliessen liessen. Dies war immer sehr leicht zu ersehen. Ich berücksichtigte nur die Messungen an ungestörten Tagen, an denen nach Wild (Anleitungen zu wissenschaftlichen Beobachtungen auf Reisen. Berlin 1875) die Amplitude der Änderung der Horizontalintensität 0,003 des Gauss'schen Masses beträgt. Da ich nun die Messungen alle auf einen Ausgangsort bezog, an dem ich gewöhnlich gegen 7 Uhr Vormittags beobachtete, zu einer Zeit, wo die Horizontalintensität ihren Mittelwert erreicht, beträgt folglich die durch die zeitliche Änderung bedingte Ungenauigkeit höchstens ungefähr $0{,}001_5$ G. M. Nun ist bei den entworfenen Kurven nicht die Gauss'sche Einheit das

Mass, sondern der Wert der H.-I. am Ausgangsorte, der in G. M. mindestens 1,9 . . . beträgt, also ungefähr das Doppelte. In dem gebrauchten willkürlichen Masse ist also die durch die zeitliche Änderung verursachte Ungenauigkeit höchstens $0{,}000_{75}$.

Ich benutzte auch einigemal Messungen an einem gestörten Tage. Dies geschah aber nur, wenn ich unmittelbar vor oder nach der betreffenden Beobachtung an einem Beobachtungspunkte eines Normaltages gewesen war. Ich verglich dann die Intensitäten dieser beiden Orte und kam erst mittelbar zum Einheitswert. Die Beobachtungen geschahen im Anschluss an die Spezialkarte der kgl. preuss. Landesaufnahme im Massstab $^1/_{25\,000}$. Ich wählte zu Standorten entweder leicht bestimmbare Wegkreuzungen oder die mit Nummern versehenen Grenzsteine zwischen den einzelnen Forstbezirken, die immer an den Schnittpunkten von Schneisen stehen. Auf den Karten sind dieselben eingezeichnet und die Nummern der Bezirke angegeben, sodass der betreffende Ort leicht auf der Karte zu bestimmen war.

Ich habe an folgenden Tagen Messungen angestellt: 13., 14., 15., 16., 17., 18., 19., 25., 26., 27., 30., 31. März; 5., 6., 7., 26., 27., 28., 29. April; 11., 12., 13., 14. August und 11., 12., 13., 14. September 1897. Nur die Messungen vom 26., 27., 30., 31. März; 5., 27., 28. April, und 12. und 13. August waren brauchbar.

Nachdem ich im Sommer 1897 die Verteilung der Horizontalintensität untersucht hatte, benützte ich den Sommer 1898 dazu, nach Möglichkeit auch die Variation der Inklination und der Vertikalintensität festzustellen, da die letztere besonders über viele zweifelhafte Verhältnisse am besten Aufschluss gewährt. Nach einer speziellen Anweisung von Prof. O. E. Meyer stellte ich die Untersuchungen über die Variation der Vertikalintensität mit seinem Bergmagnetometer an. Trotzdem dieses eigentlich für Messungen der Gesamtintensität bestimmt war, lässt sich nämlich die Variation der Vertikalkomponente ebenfalls mit ihm feststellen. Man braucht dann nur die Längsaxe des Instrumentes, also auch die Axe der Nadel, in den magnetischen Meridian zu bringen [dadurch,

dass man das Instrument dreht, bis die Nadel vertikal steht], um mit Hilfe des Ablenkungsmagnetes und der dadurch bewirkten Nadelausschläge ganz wie bei dem Variometer von Kohlrausch die Variation der Vertikalintensität bestimmen zu können. Infolge der der Natur der Sache nach ungünstigeren Lagerung der Nadel, können die Messungen mit diesem Instrumente nicht denselben Genauigkeitsgrad aufweisen, als diejenigen mit dem Horizontalvariometer. Doch habe ich durch öftere Wiederholung der einzelnen Beobachtung und Umlegung der Nadel diese Fehlerquelle möglichst zu entfernen versucht. Was die Berücksichtigung der an einem Beobachtungstage stattfindenden zeitlichen Änderungen der Vertikalintensität betrifft, so habe ich hier ganz wie bei der Bestimmung der Horizontalintensität mit Hilfe der registrierten Kurven vom magnetischen Institut zu Potsdam und vom Bergamt aus Beuthen, die Tage mit aussergewöhnlichen Störungen bestimmt, und die Messungen an jenen Tagen verworfen. Mit demselben Instrument stellte ich auch an gewissen Punkten die Grösse der Inklination fest, indem ich die Längsaxe um 90° aus dem magnetischen Meridian drehte.

Ich habe an folgenden Tagen beobachtet: 21., 22. April, 27., 28. Mai, 2., 3., 29. Juni, 23. August, 9., 16. September, 1., 25. Oktober. Benützt habe ich die Messungen vom 2., 3. Juni, vom 23. August und vom 25. Oktober.

Messungen der Variation der Horizontalintensität im Jahre 1897.

Beobachtungsort	Zeit	Temperatur	p_n, Mittelwert	Horizont.-Intens. $= [1+0{,}005(p_n-p_1)]H_1$	Temperaturcorrection	Horizont.-Int., reducierter Wert	$H_n - H_1$ in Tausendsteln von H_1
1. Am Nordwestabhange des Engelsberges, wo die vom Gipfel herabkommende Schneise die von der Chaussee Zobten–Gorkau kommende Strasse trifft. Inclination $66^0{,}_{05}$	26. III. 9 h	5^0	$+0{,}8$	H_1, Einheitswert		H_1	0
2. Am Nordostabhang des Engelsberges, wo der zum Gipfel führende Weg in den Wald einbiegt. Stand: An der hölzernen Bank bei Stein 14	26. III. 9 h 30	$5^1/_2{}^0$	$-0{,}0_{25}$	$0{,}995_8 \cdot H_1$	$-0{,}000_{36}$	$0{,}995_5 \cdot H_1$	$-4{,}_5$
3. Am Kreuzweg auf d. Sattel zwischen Engelsberg und Kreuzberg. Stand: Am Stein mit den Nummern 24, 25	26. III. 10 h	$5^1/_2{}^0$	$-1{,}9$	$0{,}986_5 \cdot H_1$	$-0{,}000_{36}$	$0{,}986_1 \cdot H_1$	$-13{,}_9$
4. Am Südfuss des Stollberges, wo der Weg Striegelmühle–Gorkau sich v. Horitontalweg abzweigt. Stand: Am Stein mit den Nummern 80, 81	26. III. 10 h 30	7^0	0	$0{,}996_0 \cdot H_1$	$-0{,}001_5$	$0{,}994_5 \cdot H_1$	$-5{,}_5$
5. An der „Jägerquelle“ bei Striegelmühle. Stand: Ueber den Steinplatten der Quelle	26. III. 10 h 45	7^0	$-0{,}8$	$0{,}992_0 \cdot H_1$	$-0{,}001_5$	$0{,}990_5 \cdot H_1$	$-9{,}_5$
6. Am Ostabhang des Zobtens, wo sich vom Weg Zobten–Tampadel der nach Silsterwitz abzweigt. Stand: Am Stein 25, 26, 50, 49	26. III. 11 h 15	$7^1/_2{}^0$	$-1{,}1$	$0{,}990_5 \cdot H_1$	$-0{,}001_8$	$0{,}988_7 \cdot H_1$	$-11{,}_3$

Beobachtungsort	Zeit	Temperatur	p_n, Mittelwert	Horizont.-Intens. $= [1+0{,}005(p_n - p_1)]\,H_1$	Temperaturcorrection	Horizont.-Int., reducierter Wert	$H_n - H_1$ in Tausendsteln von H_1
7. Am Ostabhang des Zobten an der Strasse Silsterwitz-Zobten über dem Bache im Forstbezirk 88	26. III. 11 h 30	7°	$-0{,}9_{25}$	$0{,}991_4 \cdot H_1$	$-0{,}001_5$	$0{,}989_9 \cdot H_1$	$-10{,}_1$
8. Am Südostabhang des Zobten, nördlich von Klein-Silsterwitz. Stand: Am Stein 92, 93, 96, 97	26. III. 12 h	8°	$-2{,}9$	$0{,}981_5 \cdot H_1$	$-0{,}002_2$	$0{,}979_3 \cdot H_1$	$-20{,}_3$
9. Am Südabhang des Zobten, am Weg Bildeiche-Striegelmühl. Stand: Am Stein 58, 59	26. III. 1 h 30	6°	$-3{,}4$	$0{,}979_0 \cdot H_1$	$-0{,}000_7$	$0{,}978_3 \cdot H_1$	$-21{,}_7$
10. Am Ostabhang des Zobten, wo sich vom Weg Tampadel-Striegelmühl der nach dem Zobtener Bergweg abzweigt, im Forstbezirk 29. Stand: Am Wegweiser	26. III. 2 h	$5\frac{1}{2}$°	$-1{,}6$	$0{,}988_0 \cdot H_1$	$-0{,}000_4$	$0{,}987_6 \cdot H_1$	$-12{,}_4$
11. Am Ostabhang des Zobten, wo vom Weg Bildeiche-Striegelmühl der nach dem „Hohen Schuss“ abgeht, im Forstbezirk 12. Stand: Am Wegweiser	26. III. 2 h 40	4°	$-2{,}2$	$0{,}985_0 \cdot H_1$	$+0{,}000_7$	$0{,}985_7 \cdot H_1$	$-14{,}_3$
12. Am Zobtener Bergweg, wo der Weg nach Gorkau über den Hohen Schuss abgeht. Stand: Am Stein 2, 11, 10, 23	26. III. 3 h	$3\frac{1}{2}$°	$-2{,}0$	$0{,}986_0 \cdot H_1$	$+0{,}001_1$	$0{,}987_1 \cdot H_1$	$-12{,}_9$

16. Am Zobtener Bergweg, unterhalb der „Jungfrau mit dem Fisch“, wo die Strasse nach dem Moltkefelsen abgeht	26. III. 4 h 20	3°	— 2,2	$0{,}985_0 \cdot H_1$	$+ 0{,}001_5$	$0{,}986_5 \cdot H_1$	— 13,5
17. Am Zobtener Bergweg, wo sich der „Leutschürbelweg“ abzweigt. Stand: Am Stein 46, 47, 73, 74	26. III. 4 h 40	3°	— 2,12	$0{,}985_4 \cdot H_1$	$+ 0{,}001_5$	$0{,}986_9 \cdot H_1$	— 13,1
18. Auf dem Sattel zwischen Kreuzberg und Zobten, am Kreuzweg. Stand: Am Stein 45, 46, 74, 75	26. III. 5 h	5°	— 2,1	$0{,}985_5 \cdot H_1$	0	$0{,}985_5 \cdot H_1$	— 14,5
19. Am Westfusse des Kreuzberges, an der Strasse Zobten-Kellerbrunnen	26. III. 5 h 20	$5^1/_2{}^0$	— 1,1	$0{,}990_5 \cdot H_1$	$- 0{,}000_3$	$0{,}990_2 \cdot H_1$	— 9,8
1. Am Nordfuss des Engelsberges, s. 26, III	27. III. 7 h 15	7°	— 2,45	H_1, Einheitswert	—	H_1	0
20. Im Süden von Gorkau, auf dem Wege Gorkau - Zobtengipfel im Waldbezirk 121, beim Schnitt mit dem breiten Fahrweg	27. III. 7 h 30	$7^1/_2{}^0$	— 4,2	$0{,}992_0 \cdot H_1$	$- 0{,}000_4$	$0{,}991_6 \cdot H_1$	— 8,4
13. Am Westfuss des Engelsberges, am Weg Zobten-Gorkau, am Waldsaum. Stand: Am Stein 125, 124	27. III. 8 h	7°	— 4,2	$0{,}992_0 \cdot H_1$	0	$0{,}992_0 \cdot H_1$	— 8,0
21. Am „Kellerbrunnen“, südlich von Gorkau im Forstbezirk 119. Stand: Auf dem Brunnendeckel	27. III. 8 h 30	8°	— 3,7	$0{,}993_7 \cdot H_1$	$- 0{,}000_7$	$0{,}993_0 \cdot H_1$	— 7,0
22. Am Weg Gorkau-Tampadel. Stand: Am Stein 40, 70	27. III. 9 h	8°	— 3,85	$0{,}993_3 \cdot H_1$	$- 0{,}000_7$	$0{,}992_6 \cdot H_1$	— 7,4

Beobachtungsort	Zeit	Temperatur	p_n, Mittelwert	Horizont.-Intens. $= [1+0{,}005\,(p_n - p_1)]H_1$	Temperatur-correction	Horizont.-Int.-, reducierter Wert	$H_n - H_1$ in Tausendsteln von H_1
23. Am Nordwestfuss des Zobten, an der Grenze der Reviere 116, 117	27. III. 9 h 45	8°	— 3,35	$0{,}995_9 \cdot H_1$	$- 0{,}000_7$	$0{,}995_2 \cdot H_1$	— 4,8
24. Westseite des Zobten, an der Strasse Gorkau - Tampadel. Stand: Am Stein 67, 66	27. III. 10 h 15	8°	— 3,7	$0{,}993_7 \cdot H_1$	$- 0{,}000_7$	$0{,}993_0 \cdot H_1$	— 7,0
25. Nördlich vom „Palmenstein". Stand: Stein 65, 36	27 III. 11 h	$9^1/_2{}^0$	— 3,9	$0{,}992_8 \cdot H_1$	$- 0{,}001_8$	$0{,}991_0 \cdot H_1$	— 9,0
26. Strasse Gorkau - Tampadel, Westseite des Zobten. Stand: Stein 34, 35, 62, 63	27. III. 11 h 15	$9^1/_2{}^0$	— 4,4	$0{,}990_4 \cdot H_1$	$- 0{,}001_8$	$0{,}988_6 \cdot H_1$	— 11,4
27. Strasse Zobten-Tampadel. Stand: Stein 60, 61	27. III. 11 h 45	10°	— 5,6	$0{,}984_3 \cdot H_1$	$- 0{,}002_2$	$0{,}982_1 \cdot H_1$	— 17,9
28. An der „Tampadler Eiche"	27. III. 12 h	10°	— 4,3	$0{,}990_6 \cdot H_1$	$- 0{,}002_2$	$0{,}988_4 \cdot H_1$	— 11,6
29. Am Weg Zobten - Silsterwitz, beim Zusammentreffen mit der Schneise zwischen den Forstbezirken 15, 16	27. III 12 h 40	8°	— 5,2₅	$0{,}986_0 \cdot H_1$	$- 0{,}000_7$	$0{,}985_3 \cdot H_1$	— 14,7
30. Am Weg Zobtengipfel - Tampadel, wo dicht unterhalb des Gipfels der Weg nach Silsterwitz abgeht	27. III. 1 h	$6^1/_2{}^0$	— 5,3₅	$0{,}985_5 \cdot H_1$	$+ 0{,}000_4$	$0{,}985_9 \cdot H_1$	— 14,1
31. Zwischen dem Zobtengipfel und dem „grossen Riesner". Standort: Stein 6, 7, 8	27. III. 1 h 30	6°	— 4,6	$0{,}989_3 \cdot H_1$	$+ 0{,}000_7$	$0{,}990_0 \cdot H_1$	— 10,0

32. Auf der Spitze des grossen Riesner	27. III.		− 4,4	$0{,}990_2 \cdot H_1$	+ 0,00'5	$0{,}991_7 \cdot H_1$	− 8,3
1. Auf dem südl. Felsblock							
2. Auf dem nördl. Felsblock	2 h	5°	− 4,5	$0{,}989_8 \cdot H_1$	+ 0,001$_5$	$0{,}991_3 \cdot H_1$	− 8,7
3. In der Mitte zwischen 1 und 2			− 4,9	$0{,}987_8 \cdot H_1$	+ 0,001$_5$	$0.989_3 \cdot H_1$	− 10,7
33. Nördl. vom grossen Riesner, an der Strasse Gorkau-Tampadel. Standort: 3 Schritt v. Telegraphenpfahl 95	27. III. 2 h 20	7°	− 4,0	$0{,}992_2 \cdot H_1$	0	$0{,}992_2 \cdot H_1$	− 7,8
34. Am Südende von Gorkau, an der grossen Eiche am Kreuzweg	27. III. 3 h 30	9½°	− 3,0	$0{,}997_7 \cdot H_1$	− 0,001$_8$	$0{,}995_9 \cdot H_1$	− 4,1
1. Am Nordabhang des Engelsberges, s. 26. III.	30. III. 10 h	6½°	− 2.6	H_1 Einheitswert	—	H_1	—
2. AmNordostabhang des Engelsberges. s. 26. III.	30. III. 10 h 30	8½°	− 3 3	$0{,}996_5 \cdot H_1$	− 0,001$_5$	$0{,}995_0 \cdot H_1$	− 5.0
65. Auf der Spitze des Engelsberges. Standort: Stein 125, 126, 127. 40 Schritt nördl. ein Aussichtsplatz mit eisernem Geländer. Inkl. 65,9°	30. III. 10 h 55	11½°	− 3,2	$0{,}997_0 \cdot H_1$	− 0,003$_7$	$0{,}993_3 \cdot H_1$	− 6,7
35. Auf dem Kreuzberggipfel. Stand a: am Holzkreuz (Nordende der Nadel deutlich gesenkt!)	30. III. 12 h 20	10½°	− 61.3	Nach d. genauen Formel: $0{,}717_0 \cdot H_1$	− 0,003$_0$	$0{,}714_0 \cdot H_1$	− 286,0
Stand b: am Grenzstein	30. III.	10½°	− 1,0	$1{,}008_0 \cdot H_1$	− 0,003$_0$	$1{,}005_0 \cdot H_1$	+ 5.0
Stand c: 4 Schritt östl. von b	30. III. 12 h 40	10½°	− 7,35	$0{,}976_5 \cdot H_1$	− 0,003$_0$	$0{,}973_5 \cdot H_1$	− 26,5
Stand d: 4 Schritt südl. von c. Inkl. 67,1°	30. III.	10½°	+ 4,45	$1{,}035_0 \cdot H_1$	− 0,003$_0$	$1{,}032_0 \cdot H_1$	+ 32,0
Stand e: zwischen b u. d	30. III.	11°	+ 0,95	$1{,}017_8 \cdot H_1$	− 0,003$_0$	$1{,}014_8 \cdot H_1$	+ 14,8
Stand f: an der südl. Plattform	30. III.	8°	+ 5,4	$1{,}040_0 \cdot H_1$	− 0,001$_1$	$1.038_9 \cdot H_1$	+ 38,9
Stand g: 10 Schr. nördl. von f	30. III. 1 h 25	7°	+ 4,3	$1{,}034_5 \cdot H_1$	− 0,001$_4$	$1{,}033_1 \cdot H_1$	+ 33,1
Stand h: 10 Schr. nördl. von g	30 III.	7°	+ 3,4	$1{,}030_0 \cdot H_1$	− 0,001$_4$	$1{,}028_6 \cdot H_1$	+ 28,6

Am Wege grosseHaufen von Steinen mit rotbrauner Verwitterungsrinde (Fe_3O_4?), an denen sich aber kein polarer Magnetismus erkennen lässt.

Beobachtungsort	Zeit	Temperatur	p_n, Mittelwert	Horizont.-Intens. $= [1+0{,}005(p_n-p_1)]H_1$	Temperaturcorrection	Horizont.-Int., reducierter Wert	$H_n - H_1$ in Tausendsteln von H_1
35. Kreuzberggipfel.	30. III						
Stand i: 10 Schr. nördl. von h	1 h 45	$7^1/_2{}^0$	$+ 5{,}_9$	$1{,}042_5 \cdot H_1$	$- 0{,}000_7$	$1{,}041_8 \cdot H_1$	$+ 41{,}_8$
Stand k: 8 Schr. westl. von g		7^0	$+ 7{,}_6$	$1{,}051_0 \cdot H_1$	$- 0{,}001_4$	$1{,}049_6 \cdot H_1$	$+ 49{,}_6$
Stand l: 10 Schr. nördl. von i		$7^1/_2{}^0$	$+ 5{,}_2$	$1{,}039_5 \cdot H_1$	$- 0{,}000_7$	$1{,}038_8 \cdot H_1$	$+ 38{,}_8$
Stand m: 20 Schr. südl von d. Inkl. 67,4°		$7^1/_2{}^0$	$+ 2{,}_{15}$	$1{,}024_0 \cdot H_1$	$- 0{,}000_7$	$1{,}023_3 \cdot H_1$	$+ 23{,}_3$
36. Zobtengipfel.	30. III.						
Stand a: am Fuss der Kirchentreppe	3 h 10	3^0	$- 13{,}_0$	$0{,}948_0 \cdot H_1$	$+ 0{,}002_6$	$0{,}945_4 \cdot H_1$	$- 54{,}_6$
Stand b: am Zobtener Wegweiser.		3^0	$- 12{,}_{15}$	$0{,}951_9 \cdot H_1$	$+ 0{,}002_6$	$0{,}953_6 \cdot H_1$	$- 46{,}_4$
Stand c: auf der nördl. Aussichtsplattform. Inkl. 67,7°		3^0	$- 20{,}_9$	$0{,}909_8 \cdot H_1$	$+ 0{,}002_6$	$0{,}912_4 \cdot H_1$	$- 87{,}_6$
Stand d: am Ostrand.	3 h 40	$2^1/_2{}^0$	$- 3{,}_{95}$	$0{,}993_3 \cdot H_1$	$+ 0{,}003_0$	$0{,}996_3 \cdot H_1$	$- 3{,}_7$
Stand e: auf der Plattform an der Kirche		2^0	$- 7{,}_5$	$0{,}975_5 \cdot H_1$	$+ 0{,}003_0$	$0{,}978_5 \cdot H_1$	$- 21{,}_5$
Stand f: auf der Felsgruppe, dicht südl. der Kirche	4 h 20	3^0	$- 2{,}_1$	$1{,}002_5 \cdot H_1$	$+ 0{,}002_6$	$1{,}005_1 \cdot H_1$	$+ 5{,}_1$
Stand g: an der Mitte der Südmauer der Kirche		$2^1/_2{}^0$	$- 18{,}_{75}$	$0{,}920_0 \cdot H_1$	$+ 0{,}003_0$	$0{,}923_0 \cdot H_1$	$- 77{,}_0$

	Stand h: an der Mitte der Westmauer		$2^1/_2{}^0$	-12_0	$0{,}953_0 \cdot H_1$	$+0{,}003_0$	$0{,}956_0 \cdot H_1$	$-44{,}0$
	Stand i: 10 Schr. nördl. von f. Inkl. $64{,}2^0$		2^0	$+0{,}7$	$1{,}016_5 \cdot H_1$	$+0{,}003_0$	$1{,}019_5 \cdot H_1$	$+19{,}5$
	Stand k: 3 Schr. westl. von i	5 h	2^0	$-26{,}4$	Nach d. genauen Formel: $0{,}876_6 \cdot H_1$	$+0.003_0$	$0{,}879_6 \cdot H_1$	$-125{,}5$
	Stand l: zwischen k u. g		2^0	$-26{,}0$	$0{,}878_5 \cdot H_1$	$+0{,}003_0$	$0{,}887_5 \cdot H_1$	-122.5
	Stand m: 9 Schr. südl. von f		2^0	-3.05	$0{,}997_7 \cdot H_1$	$+0{,}003_0$	$1{,}000_7 \cdot H_1$	$+0{,}7$
	Stand n: 12 Schr. südl. von m		2^0	$-4{,}05$	$0{,}992_7 \cdot H_1$	$+0{,}003_0$	$0{,}995_7 \cdot H_1$	-4.3
	Stand o: am trigon. Stein. Inkl. $65{,}5^0$		2^0	$-4{,}1$	$0{,}992_5 \cdot H_1$	$+0{,}003_0$	$0{,}995_5 \cdot H_1$	-4.5
	Stand p: an der Quelle		2^0	$-3{,}0$	$0{,}998_0 \cdot H_1$	$+0\,003_0$	$1{,}001_0 \cdot H_1$	$+1{,}0$
38.	Am Wege Gorkau-Kreuzberg Stand: Am Bache in der Mitte zwischen Dorf und Berg	30. III. 6 h 30	6^0	$-3{,}55$	$0{,}995_3 \cdot H_1$	$+0\,000_4$	$0{,}995_7 \cdot H_1$	-4.3
39.	Am Wege Gorkau-Qualkau, wo zwei Strassen vom Berg her münden. Stand: Am Bildstöckel	30. III. 7 h	6^0	$-2{,}1$	$1{,}002_5 \cdot H_1$	$+0{,}000_4$	$1{,}002_9 \cdot H_1$	$+2\,9$
1.	Am Nordwestfuss d. Engelsberges, s. 26. III.	27. IV. 9 h 10	$15^1/_2{}^0$	$+2{,}6$	H_1 Einheitswert	—	H_1	0
65.	Auf der Engelsbergspitze, s. 30. III.	27. IV. 9 h 40	17^0	$+1{,}6$	$0{,}995_0 \cdot H_1$	$-0{,}007_8$	$0{,}993_2$ H_1	$-6{,}8$
67.	An der Waldkapelle am Zobtener Bergweg	27. IV. 10 h	17^0	$+1.6$	$0{,}995_0 \cdot H_1$	$-0{,}001_8$	$0{,}993_2 \cdot H_1$	$-6{,}8$
5.	An der Jägerquelle, s. 26. III.	27. IV. 10 h 50	15^0	$+0{,}6_5$	$0{,}990_2 \cdot H_1$	$+0{,}000_4$	$0{,}990_6 \cdot H_1$	-9.4
6.	Am Ostabhang des Zobten, s. 26. III.	27. IV. 11 h 20	$15^1/_2{}^0$	$+0{,}3_5$	$0{,}988_7 \cdot H_1$	0	$0{,}988_7 \cdot H_1$	$-11{,}3$

Beobachtungsort	Zeit	Temperatur	p_n, Mittelwert	Horizont.-Intens. $= [1+0{,}005(p_n-p_1)]H_1$	Temperatur-correction	Horizont.-Int., reducierter Wert	$H_n - H_1$ in Tausendsteln von H_1
68. Am Wege Silsterwitz-Zobtengipfel. Stand: Am Stein 92, 93, 55, 56	27. IV. 12 h 35	$18^1/_2{}^0$	— 1,0	$0{,}981_5 \cdot H_1$	$- 0{,}002_2$	$0{,}979_3 \cdot H_1$	— 20,7
42. Am Zobtener Bergweg, auf dem 1. hohen Felshaufen rechts, nachdem der Weg über den Hohen Schuss abgegangen.	27. IV. 2 h 50	$16^1/_2{}^0$	+ 0,5	$0{,}989_7 \cdot H_1$	$- 0{,}000_7$	$0{,}980_0 \cdot H_1$	— 10,0
29. Auf dem Wege Zobten-Silsterwitz, s. 27. III.	27. IV. 4 h 20	$15^1/_2{}^0$	— 0,4	$0{,}985_0 \cdot H_1$	0	$0{,}985_0 \cdot H_1$	— 15,0
71. An der Strasse Tampadel-Bankwitz. Stand: Am Stein 31, 32, 57, 58	27. IV. 4 h 50	15^0	— 1,4	$0{,}980_0 \cdot H_1$	$+ 0{,}000_4$	$0{,}980_4 \cdot H_1$	— 19,6
72. An der Strasse Tampadel - Silsterwitz, an der Grenze der Reviere 106, 107	27. IV. 5 h 50	$15^1/_2{}^0$	— 7,3	$0{,}950_5 \cdot H_1$	0	$0{,}950_5 \cdot H_1$	— 49,51
73. Am Nordfuss des Geiersberges, wo von der ihn umziehenden Strasse der Weg nach der Strasse Tampadel-Silsterwitz abgeht, im Revier 106	27. IV. 6 h 05	15^0	— 26,1	Nach d. genauen Formel: $0{,}857_5 \cdot H_1$	$+ 0{,}000_4$	$0{,}857_9 \cdot H_1$	— 142,1
74. Am Nordfuss des Geiersberges, wo im Revier 107 von der ihn umziehenden Strasse der Weg nach der Chaussee Tampadel-Silsterwitz abbiegt	27. IV. 6 h 15	16^0	— 9,4	$0{,}955_0 \cdot H_1$	$- 0{,}000_4$	$0{,}954_6 \cdot H_1$	— 45,4
75. Am Ostende von Tampadel, am Kreuzweg	28. IV. 5 h 50	12^0	— 13,7	$0{,}918_6 \cdot H_1$	$+ 0{,}002_8$	$0{,}921_4 \cdot H_1$	— 78,6

im Revier 107 von der ihn umziehenden Strasse der Weg nach der Chaussee Tampadel-Hilbersdorf.

76. Im Südosten von Tampadel, an der Grenze	28. IV. 6 h 10	$12^1/_2{}^0$	$-10,_{35}$	$0,935_3 \cdot H_1$	$+0,002_2$	$0,937_5 \cdot H_1$	$-62,_5$
77. Am Westfuss des „Schwarzen Berges“	28. IV. 6 h 30	12^0	$-3\,5_2$	$0,969_4 \cdot H_1$	$+0,002_6$	$0,972_0 \cdot H_1$	$-28,_0$
78. An der Chromerzgrube „Barbara“, am Schwarzen Berge	28. IV. 7 h 05	12^0	$-5,6$	$0,959_0 \cdot H_1$	$+0.002_6$	$0,961_6 \cdot H_1$	$-38,_4$
79. Auf dem Gipfel des Schwarzen Berges: Ein grosser Felsblock in der Nähe polarmagnetisch	28. IV. 7 h 45	14^0	$-3,9_5$	$0,967_3 \cdot H_1$	$+0,001_1$	$0,968_4 \cdot H_1$	$-31,_6$
80. Auf der Bergspitze, die dicht nordöstlich vom Schwarzen Berge liegt. 1. Auf der Nordkuppe	28. IV. 8 h 15	$14^1/_2{}^0$	-35.8	$0,834_8 \cdot H_1$	$+0,000_7$	$0,835_5 \cdot H_1$	$-164,_5$
2. An der Südkuppe, 10 Schritt von der Nordkuppe entfernt			$-1,4_5$	$0,984_8 \cdot H_1$	$+0,000_7$	$0,985_5 \cdot H_1$	-14.5
82. Südlich vom Geiersberg, wo der von Tampadel kommende Weg den Steinwall schneidet. Auf dem ganzen Geiersberggipfel viele magnetische Steine	28. IV. 8 h 45	15^0	-14.5	$0,920_5 \cdot H_1$	$+0,000_4$	$0,920_9 \cdot H_1$	$-89,_1$
83. Am Wegweiser nach dem „Staatsplatz“ auf dem Geiersberggipfel	28. IV. 9 h	16^0	$-9,_0$	$0,942_0 \cdot H_1$	$-0,000_4$	$0,941_6 \cdot H_1$	$-49,_4$
84. Am Staatsplatz. Stand: Südlich vom Steinwall. Inkl. $67,2^0$	28. IV. 9 h 15	16^0	-22_4	$0,875_0 \cdot H_1$	$-0,000_4$	$0,874_6 \cdot H_1$	$-125,_4$
85. Am Staatsplatz. Stand: Nördlich vom Steinwall, 10 Schritt von (84) entfernt	9 h 25	16^0	$-23,_4$	$0,870_0 \cdot H_1$	$-0,000_4$	$0,869_6 \cdot H_1$	$-130,_4$

Beobachtungsort	Zeit	Temperatur	p_n, Mittelwert	Horizont.-Intens. $= [1+0{,}005(p_n - p_1)]H_1$	Temperaturcorrection	Horizont.-Int., reducierter Wert	$H_n - H_1$ in Tausendsteln von H_1
86. Auf dem Sattel zwischen Geiersberg und Ebereschenberg. Stand: Am Stein 50	28. IV. 10 h 55	17½°	— 14,8$_5$	0,912$_7$. H_1	— 0,001$_5$	0,911$_2$. H_1	— 88,$_8$
87. Ebereschenberg. Stand a: höchster Punkt	28. IV. 11 h 15	17°	Nadel folgt dem Richtmagneten nicht in die Zwangsstellung.				
Stand b: 16 Schr. südl. von a			— 28.1$_5$	Nach d. genauen Formel: 0 878$_7$. H_1	— 0,001$_1$	0,877$_0$. H_1	— 123,$_0$
Stand c: 2 Schr. westl. von a	28. IV. 11 h 35	17°	— 0,3	0,985$_5$. H_1	— 0,001$_1$	0,984$_4$. H_1	— 15,$_6$
Stand d: 8 Schr. östl von a			+ 0,5$_5$	0,989$_3$. H_1	— 0,001$_1$	0 988$_2$. H_1	— 11,$_8$
Stand e: 12 Schr. südl. von a			— 31.$_8$	Nach d. genauen Formel: 0.832$_7$. H_1	— 0,001$_1$	0,831$_6$. H_1	— 168,$_4$
88. An der Strasse Schlaupitz-Klein-Silsterwitz Umherliegende Steine magnetisch 1. am Wegweiser	28. IV.		— 28,$_0$	dto. 0,848$_3$. H_1	— 0,002$_2$	0,846$_1$. H_1	— 153,$_9$
2. 2 Schr. westl. davon Incl. 67,1	12 h	18½°	— 24,9$_5$	0,853$_4$. H_1	— 0,002$_2$	0,851$_2$. H_1	— 148,$_8$
89. Am Westfuss der Oelsner Berge, wo die drei Grenzlinien zusammentreffen	28. IV. 12 h 10	21°	— 23.9$_5$	dto. 0,868$_1$. H_1	— 0,004$_0$	0,864$_1$. H_1	— 135,$_9$
90. Auf der westlichsten Kuppe der Oelsner Berge Stand a: in der Mitte des Gipfels	28. IV. 12 h 35	24½°	— 38.6$_5$	dto. 0.797$_5$. H_1	— 0,006$_6$	0,790$_9$. H_1	— 209,$_1$
Stand b: am Südrande, 20 Schritt von a			— 23,$_1$	dto. 0,892$_1$. H_1	— 0,006$_6$	0,885$_5$. H_1	— 114,$_5$

91.	Auf der mittleren Kuppe der Oelsner Berge	28. IV. 1 h	$23^1/_2{}^0$	$-23_{,55}$	Nach d. genauen Formel: $0{,}870_0 \cdot H_1$	$-0{,}005_8$	$0{,}864_2 \cdot H_1$	$-135_{,8}$
92.	An der Chausse Schieferstein-Langenöls, an der Wegteilung	28. IV. 1 h 40	24^0	$-7_{,2}$	$0{,}952_0 \cdot H_1$	$-0{,}005_9$	$0{,}946_1 \cdot H_1$	$-53_{,9}$
93.	Westlich von Colonie Schieferstein, an der Grenze	28. IV. 2 h	$23^1/_2{}^0$	$-6_{,52}$	$0{,}954_4 \cdot H_1$	$-0{,}005_8$	$0{,}948_6 \cdot H_1$	$-51_{,4}$
94.	An der Strasse Silsterwitz-Striegelmühl, wo der von Bankwitz kommende Weg mündet	28. IV. 3 h 15	$22^1/_4{}^0$	$+2{,}3$	$0{,}995_5 \cdot H_1$	$-0{,}005_2$	$0{,}990_3 \cdot H_1$	$-9{,}7$
1.	Nordwestabhang des Engelsberges (Ausgangsstation)	28. IV. 4 h 30	21^0	$+3_{,40}$	$1{,}004_0 \cdot H_1$	$-0{,}004$	$1{,}000_0 \cdot H_1$	—
1.	Am Nordwestfuss des Engelsberges, s. 26. III.	5. IV. 7 h	4^0	$-2_{,2}$	H_1 Einheitswert	—	—	—
44.	An der Strassenkreuzung nördlich von der Zobtener Försterei. Incl. $65{,}8^0$	5. IV. 9 h	$4^1/_2{}^0$	$-3_{,1}$	$0{,}995_5 \cdot H_1$	$-0{,}000_4$	$0{,}995_1 \cdot H_1$	$-4_{,9}$
45.	Am Westende des Dorfes Klein-Silsterwitz, am Kreuzweg. Stand: Am Stein	5. IV. 11 h 35	6^0	$-7_{,2}$	$0{,}975_0 \cdot H_1$	$-0{,}001_5$	$0{,}973_5 \cdot H_1$	$-26_{,5}$
46.	An der Moorwiese südlich von Silsterwitz, wo zwischen den Bezirken 101, 102 die breite Fahrstrasse einmündet. In der Nähe magnetische Steine	5. IV. 12 h	$7^1/_2{}^0$	$-23_{,05}$	Nach d. genauen Formel: $0{,}891_3 \cdot H_1$	$-0{,}002_6$	$0{,}888_7 \cdot H_1$	$-111_{,8}$
47.	Am Wege Silsterwitz - Geiersberg. Stand: Am Quell auf halber Höhe. In der Nähe magnetische Steine	5. IV. 1 h 30	8^0	$-17_{,4}$	dto. $0{,}927_9 \cdot H_1$	$-0{,}003_0$	$0{,}924_9 \cdot H_1$	$-75_{,1}$

Beobachtungsort		Zeit	Temperatur	p_n, Mittelwert	Horizont.-Intens. $= [1+0{,}005(p_n-p_1)]H_1$	Temperatur-correction	Horizont.-Int., reducierter Wert	$H_n - H_1$ in Tausendsteln von H_1
48. Auf der östlichen Kuppe des Geiersberggipfels.		5. IV.			Nach d. genauen Formel:			
Viele umherliegende Steine magnetisch.	Stand a: Griebels-Ruh	2 h	$7^1/_2{}^0$	$-29{,}_0$	$0{,}866_7 \cdot H_1$	$-0{,}002_6$	$0{,}864_1 \cdot H_1$	-135_9
	Stand b: Friedrichs-Ruh		$7^1/_2{}^0$	$-42{,}_{85}$	dto. $0{,}800_3 \cdot H_1$	$-0{,}002_6$	$0{,}797_7 \cdot H_1$	-202_3
	Stand c: Höchst. Punkt. Stark magnetische Felsgruppe	Der Ablenkungsmagnet vermag die Nadel nicht in die Zwangslage zu bringen.						
	Stand d: 10 Schr. nördl. von c		$7^1/_2{}^0$	-39_{95}	Nach d. genauen Formel: $0{,}813_1 \cdot H_1$	$-0{,}002_6$	$0{,}810_5 \cdot H_1$	$-189{,}_5$
	Stand e: 10 Schr. südl. von c		7^0	$-59{,}_7$	dto. $0{,}723_4 \cdot H_1$	$-0\,002_6$	$0{,}720_8 \cdot H_1$	$-279{,}_2$
	Stand f: 10 Schr. östl. von c	2 h 40	6^0	$-8{,}_{05}$	$0{,}970_8 \cdot H_1$	$-0{,}001_5$	$0{,}969_3 \cdot H_1$	$-30{,}_7$
	Stand g: Am Wege		6^0	$-6{,}_1$	$0{,}980_5 \cdot H_1$	$-0{,}001_5$	$0{,}979_0 \cdot H_1$	-21_0
49. Auf der Westkuppe des Geiersberggipfels. Stand: Am Stein mit den Nummern. Incl. 68^0		3 h	6^0	$-39{,}^0$	Nach d. genauen Formel: $0{,}818_5 \cdot H_1$	$-0{,}001_1$	$0{,}817_0 \cdot H_1$	$-183{,}_0$
50. Auf dem Fusspfad, der sich unterhalb des Gipfels um den Geiersberg rund herumzieht. Stand: Wo der Weg nach Silsterwitz abbiegt		5. IV. 3 h 25	$5^1/_2{}^0$	$-30{,}_5$	dto. $0{,}859_4 \cdot H_1$	$-0\,001_5$	$0{,}858_3 \cdot H_1$	$-141{,}_7$
51. Auf dem Fusspfad, der um den Geiersberg läuft, wo ihn die nach Norden laufende Schneise trifft		5. IV. 3 h 30	$5^1/_2{}^0$	$-26{,}_5$	$0{,}877_5 \cdot H_1$	$-0{,}001_1$	$0{,}876_4 \cdot H_1$	$-123{,}_6$

52. Am nordwestlichsten Punkt des Fusspfades	5. IV. 3 h 55	5^0	— 6,8	$0{,}977_0 \cdot H_1$	— $0{,}000_7$	$0{,}976_3 \cdot H_1$	— $23_{,7}$
53. Wo die nach Westen laufende Schneise den Fusspfad trifft	5. IV. 4 h 10	$4^1/_2{}^0$	— $16_{,45}$	$0{,}928_8 \cdot H_1$	— $0{,}000_3$	$0{,}928_5 \cdot H_1$	— $71_{,5}$
54. An der Einbuchtung im Südwesten des Gipfels	5. IV. 4 h 30	$4^1/_2{}^0$	— $14_{,9}$	$0{,}936_5 \cdot H_1$	— $0{,}000_3$	$0{,}936_2 \cdot H_1$	— $63_{,8}$
55. Wo die nach Süden laufende Schneise den Fusspfad trifft	5. IV. 5 h	$4^1/_2{}^0$	— $7{,}7_3$	$0{,}972_4 \cdot H_1$	— $0{,}000_3$	$0{,}972_1 \cdot H_1$	— $29_{,9}$
56. Wo die nach Süden laufende Schneise den Weg Geiersberg-Tampadel trifft	5 IV. 5 h 30	$4^1/_2{}^0$	— $6{,}1_5$	$0{,}980_3 \cdot H_1$	— $0{,}000_3$	$0{,}980 \cdot H_1$	— $20_{,0}$
57. Im Osten von Tampadel, wo der Weg Tampadel - Geiersberg die Grenze schneidet	5. IV. 5 h 50	4^0	— 19,0	$0{,}916_0 \cdot H_1$	0	$0{,}916_0 \cdot H_1$	— $84_{,0}$

Der 6. IV. zeigte grössere magnetische Störungen. Da aber an den Orten 62 und 64 die Messungen kurz vor und nach der am Ort 63 geschahen, konnten sie auf diesen bezogen werden.

63. Am Grenzstein auf der Chaussee Kl.-Silsterwitz-Bankwitz, s. 13. VIII.	6. IV. 11 h 20	5^0	— 3,9	—	—	am 13. VIII. gefunden: $0{,}983_8 \cdot H_1$	—
62. An der Chaussee Silsterwitz-Bankwitz, wo, am grossen Baum, die Chaussee nach Striegelmühl abzweigt	6. IV. 10 h 50	5^0	— 5,9	$0{,}990_0 \cdot H_{63} =$ $0{,}973_8 \cdot H_1$	0	$0{,}974_0 \cdot H_1$	— $26_{,0}$
64. Wo von der Chaussee Bankwitz-Striegelmühl der direkte Fussweg nach Striegelmühl abgeht	6. IV. 11 h 35	$5^1/_4{}^0$	— 2,3	$1{,}005_0 \cdot H_{63} =$ $0{,}988_7 \cdot H_1$	— $0{,}000_2$	$0{,}988_5 \cdot H_1$	— $11_{,5}$

Beobachtungsort	Zeit	Temperatur	p_n, Mittelwert	Horizont.-Intens. $= [1+0{,}005\,(p_n - p_1)]H_1$	Temperaturcorrection	Horizont.-Int., reducierter Wert	$H_n - H_1$ in Tausendsteln von H_1
1. Nordwestabhang des Engelsberges, s. 26. III.	12.VIII. 9 h 10	$22^1/_2{}^0$	$+0{,}17_5$	H_1 Einheitswert	—	H_1	—
5. Jägerquelle, s. 26. III.	12.VIII. 11 h 15	24^0	$-1{,}4_5$	$0{,}991_8 \cdot H_1$	$-0{,}001_1$	$0{,}990_7 \cdot H_1$	$-9{,}_3$
6. Am östlichen Abhang des Zobten, s. 26. III.	12.VIII. 11 h 40	24^0	$-1{,}_9$	$0{,}989_6 \cdot H_1$	$-0{,}001_1$	$0{,}988_5 \cdot H_1$	$-11{,}_5$
95. Am Zobtener Bergweg, wo die Schneise zwischen den Forstbezirken 2, 3 mündet	12 VIII. 1 h 40	23^0	$-2{,}0$	$0{,}986_1 \cdot H_1$	$-0{,}000_4$	$0{,}985_7 \cdot H_1$	$-14{,}_3$
96. Auf der Ostseite des Zobtengipfels	12.VIII 1 h 24	25^0	$-2{,}_{56}$	$0{,}986_3 \cdot H_1$	$-0{,}001_8$	$0{,}984_5 \cdot H_1$	$-15{,}_5$
97. Auf dem Wege Tampadel-Zobtengipfel, am Telegraphenpfahl 137	12.VIII. 2 h 45	25^0	$-1{,}7_5$	$0{,}981_8 \cdot H_1$	$-0{,}001_8$	$0{,}979_5 \cdot H_1$	$-10{,}_5$
98. Östlich von Krotzel, wo die breite Fahrstrasse zwischen den Forstbezirken 113, 114 den Bach übersetzt	12.VIII 4 h 20	$26^1/_2{}^0$	$-0{,}8$	$0{,}995_1 \cdot H_1$	$-0{,}003_0$	$-0{,}992_1 \cdot H_1$	$-7{,}_9$
99. Auf der Fahrstrasse Krotzel-Försterei Tampadel, am Stein 63, 64, 111, 112	12.VIII 5 h 05	27^0	$-1{,}5$	$0{,}991_6 \cdot H_1$	$-0{,}003_0$	$-0{,}988_6 \cdot H_1$	$-11{,}_4$
100. Auf der Fahrstrasse Krotzel-Försterei, beim Zusammentreffen mit der Strasse von Wierau nach der Försterei, am Stein 62, 62	12.VIII. 5 h 45	$23^1/_2{}^0$	$-4{,}0$	$0{,}979_1 \cdot H_1$	$-0{,}000_7$	$-0{,}978_4 \cdot H_1$	$-21{,}_6$

101.	Auf der Strasse Tampadel-Försterei, am Schnittpunkt der vier Schneisen	12.VIII. 6 h 40	$22^1/_2{}^0$	— 5,1	$0{,}973_6 \cdot H_1$	0	$0{,}973_6 \cdot H_1$	— 26,4
75.	Am Ostende von Tampadel, s. 28. IV.	13.VIII. 5 h 25	16^0	— 16,6	$0{,}916_2 \cdot H_1$	$+ 0{,}004_9$	$0{,}921_1 \cdot H_1$	— 78,9
102.	Am Blockhaus auf dem Geiersberg	13.VIII. 6 h 40	15^0	— 20,6	$0{,}896_2 \cdot H_1$	$+ 0{,}005_6$	$0{,}901_8 \cdot H_1$	— 98,2
103.	Auf dem Gipfel des Geiersberges, wo der Weg Geiersberg-Ebereschenberg den Steinwall schneidet	13.VIII. 8 h 45	15^0	— 7,9	$0{,}959_7 \cdot H_1$	$+ 0{,}005_6$	$0{,}965_3 \cdot H_1$	— 34,7
104.	Auf dem Wege Geiersberg-Schlaupitz, im Forstbezirk 19	13 VIII. 9 h	$15^1/_2{}^0$	— 19,7	$0{,}900_6 \cdot H_1$	$+ 0{,}005_2$	$0{,}905_8 \cdot H_1$	— 94,2
106.	Am Südostabhang des Geiersberges, an der Wegekreuzung im Bezirk 21	13.VIII. 9 h 35	16^0	— 11,2$_8$	$0{,}943_0 \cdot H_1$	$+ 0{,}004_9$	$0{,}947_9 \cdot H_1$	— 52,1
108.	Im Nordosten von Schlaupitz, an der Wegekreuzung	13.VIII. 10 h 15	18^0	— 5,7	$0{,}970_4 \cdot H_1$	$+ 0{,}003_0$	$0{,}973_4 \cdot H_1$	— 29,6
109.	Auf dem Küchenberge	13.VIII. 10 h 45	$17^1/_2{}^0$	— 12,9$_5$	$0{,}934_4 \cdot H_1$	$+ 0{,}003_7$	$0{,}938_1 \cdot H_1$	— 61 9
110.	An der Strasse Schlaupitz-Silsterwitz, wo die Schneise zwischen den Bezirken 11, 18 mündet	13.VIII. 11 h	18^0	— 12,9	$0{,}934_6 \cdot H_1$	$+ 0{,}003_0$	$0{,}997_6 \cdot H_1$	— 62,4
111.	Im Süden von Gross-Silsterwitz, beim Beginn der Lindenallee	13.VIII. 11 h 25	$18^1/_2{}^0$	— 7,15	$0{,}963_4 \cdot H_1$	$+ 0{,}003_0$	$0{,}966_4 \cdot H_1$	— 33,6

Beobachtungsort	Zeit	Temperatur	p_n, Mittelwert	Horizont.-Intens. $= [1+0{,}005(p_n-p_1)]H_1$	Temperaturcorrection	Horizont.-Int., reducierter Wert	$H_n - H_1$ in Tausendsteln von H_1
112. Bei der Kanter-Mühle, über dem Bach	13.VIII. 11 h 40	20°	$-7{,}_4$	$0{,}962_1 \cdot H_1$	$+0{,}001_8$	$0{,}963_9 \cdot H_1$	$-36{,}_1$
63. An der Strasse Klein-Silsterwitz-Bankwitz, am Grenzstein. Incl. 65,2	13.VIII. 11 h 53	21°	$-3{,}_{05}$	$0{,}982_7 \cdot H_1$	$+0{,}001_1$	$0{,}983_8 \cdot H_1$	$-16{,}_2$
1. Am Nordwestabhang des Engelsberges, s. 26. III.	13.VIII. 1 h	21°	$-0{,}9_{25}$	$0{,}998_9 \cdot H_1$	$+0{,}001_1$	H_1 Einheitswert	—
Es folgen die Messungen an einigen Tagen mit magnetischen Störungen.							
4. Am südlichen Abhang des Stolberges, s. 25. IV.	15. III. 10 h	6°	$-1{,}_4$	H_4	—	am 5. IV. gefunden: $0{,}994_5 \cdot H_1$	—
113. Auf dem Gipfel des Stolberges Stand: Am Stein 19 78, 80, 81	15. III. 10 h 20	6°	$-2{,}_2$	$0{,}996_0 \cdot H_4 = 0{,}990_5 \cdot H_1$	—	$0{,}990_5 \cdot H_1$	-9_5
35. Im Süden von Gorkau, s. 27. III.	15. III. 5 h 15	7°	$-3{,}_0$	H_{35}	—	am 27. III. gefunden: $0{,}995_9 \cdot H_1$	—
114. An der Kirchhofsthür in Gorkau	15. III. 5 h 30	7°	$-2{,}5_{75}$	$1{,}000_2 \cdot H_{35} = 0{,}996_1 \cdot H_1$	—	$0{,}996_1 \cdot H_1$	$-3{,}9$

7. Am Wege Silsterwitz - Zobten, s. 5. IV.	16. III. 2 h 50	15°	$-0{,}2_{25}$	H_7	—	am 5. IV. gefunden: $0{,}989_9 \cdot H_1$	—
115. An der Chaussee zwischen Klein-Silsterwitz und Bankwitz, am Kilometerstein 0,7. Incl. 66,2°	16. III. 3 h 10	15°	$-3{,}7_5$	$0{,}982_4 \cdot H_7 = 0{,}972_1 \cdot H_1$	—	$0{,}972_1 \cdot H_1$	$-27_{,9}$
39. An der Strasse Gorkau-Qualkau, s. 30. III.	19. III. 8 h 30	3°	$-0{,}8$	am 30. III. gefunden: $1{,}002_9 \cdot H_1$	—	—	—
116. An der Strasse Gorkau-Wierau, am Kreuz unter den zwei Linden	19. III. 8 h 45	3°	$-0{,}8$	H_{39}	—	$1{,}002_9 \cdot H_1$	$+2{,}9$
117. An der Grenze der Forstbezirke 140 und 142 am Nordwestfuss des Zobten	19. III. 9 h	4°	$-4_{,2}$	$0{,}998_3 \cdot H_{39} = 1{,}001_2 \cdot H_1$	$-0{,}000_7$	$1{,}000_5 \cdot H_1$	$+0{,}5$
118. Auf dem Kamm der „weissen Kühe", eines Quarzriffs im Norden von Krotzel	19. III. 9 h 20	4°	$-3{,}8$	$0{,}998_5 \cdot H_{39} = 1{,}001_4 \cdot H_1$	$-0{,}000_7$	$1{,}000_7 \cdot H_1$	$+0{,}7$

Messungen der Verticalintensität am 2. VI. 98.

Nummer des Beobachtungsortes	Zeit der Beob.	Temperatur	Differenz d. Nadelausschläge im Mittel	Temperatur-Correction in Tausendsteln	Vertikalintens. (als Einheit V am Ort 1)	Inclination
1. Am Engelsberg	9 h 10	9°	Nordpol — Südpol = + 2,9	—	V (Einheitswert)	66,0
65. Engelsbergspitze	9 h 40	9°	+ 1,0	—	$0{,}990_5$	65,9
35. Kreuzberggipfel a) Nordende	10 h 00	9°	+ 21,2	—	$1{,}109_6$	68,1
b) Südende			+ 3,2	—	$1{,}001_5$	66,1
12. Am Hohen Schuss	11 h 15	$7^1/_2{}^0$	+ 1,5	+ 1,02	$0{,}994_0$	66,2
36. Zobtengipfel, bei Punkt i	12 h 10	7°	+ 24,3	+ 1,36	$1{,}108_4$	77,0
5. Jägerquelle	3 h 10	6°	— 4,1	+ 2,04	$0{,}998_5$	
21. Kellerbrunnen	4 h	$6^1/_2{}^0$	+ 2,6	+ 1,7	$1{,}000_2$	66,0
24. Westseite des Zobten	4 h 40	6°	+ 1,7	+ 2,04	$0{,}996_3$	
An der Försterei Tampadel	5 h 30	$5^1/_2{}^0$	+ 0,38	+ 2,4	$0{,}989_8$	
Nördl. vom Dorf Tampadel, am Wege nach Wierau, am steinernen Wegweiser	6 h	$4^1/_2{}^0$	— 0,5	+ 3,07	$0{,}986_0$	66.5

Messungen am 3. VI. 98.

Auf dem Gipfel des Geiersberges 48 c der kl. Skizze 48 d	7 h 10 7 h 50	$5^1/_2{}^0$ $5^1/_2{}^0$	+ 10,35 — 1,7	+ 3,4 + 3 4	$1{,}040_4$ $0{,}978_8$	51,5 67,5
86. Östlich von Geiersberg	8 h 30	9^0	+ 7,6	+ 1,4	$1{,}024_4$	
87. Auf dem Ebereschenberg	9 h	$9^1/_2{}^0$	+ 22,9	+ 1,02	$1{,}100_5$	
109. Am Steinbruch a) oben b) unten	9 h 35	10^0	+ 13,1 + 13,6	+ 0,68 dto.	$1{,}051_1$ $1{,}053_7$	66^0 $66\ 5^0$
91. Auf dem Ölsnerberge	12 h 50	10^0	+ 10,5	+ 0,68	$1{,}038_2$	68^0
Am Grenzwege westl. von Bankwitz, am Stein 89, 90	3 h 10	$11^1/_2{}^0$	+ 1,2	— 0,34	$0{,}990_7$	
1. Am Engelsberg	4 h 30	11^0	+ 3,0	—	Einheitswert	

Messungen am 23. VIII. 98.

1. Am Engelsberg	8 h 20	$13^1/_2{}^0$	+ 3,1	—	V, Einheitswert	66,1
20. Westfuss des Kreuzberges	9 h 5	13^0	+ 2,75	+ 0,34	$0{,}998_6$	65,9
22. Westseite des Zobten	9 h 40	$13^1/_2{}^0$	+ 3,0	—	$0{,}999_5$	64,1
26. Am Palmenstein	10 h 45	$14^1/_2{}^0$	+ 1,8	— 0,68	$0{,}992_8$	64,5
17. Nördlich von der Försterei Tampadel	11 h 05	15^0	+ 1,25	— 1,02	$0{,}989_7$	65,8
95. Östlich vom grossen Riesner	12 h 05	$14^1/_2{}^0$	+ 2,0	— 0,68	$0{,}993_8$	67,8
31. Am Zobtener Bergwege unterhalb des Gipfels	1 h 10	14^0	+ 1,9	— 0,34	$0{,}993_7$	67,0

Nummer des Beobachtungsortes	Zeit der Beob.	Temperatur	Differenz d. Nadelausschläge im Mittel	Temperatur-Correction in Tausendsteln	Vertikalintens. (als Einheit V am Ort 1)	Inclination
10. Ostseite des Zobten	2 h 15	$14^1/_2{}^0$	+ 1,7	— 0,68	$0{,}992_8$	$65{,}0$
8. Ostfuss des Zobten, bei Silsterwitz	3 h 00	19°	+ $1{,}7_5$	— 3,7	$0{,}989_6$	$64{,}4$
7. Westlich von Bankwitz	3 h 40	15°	+ $1{,}5_5$	— $1{,}_{02}$	$0\,991_2$	$64{,}6$
4. Ostfuss des Stollberges	4 h 50	$14^1/_2{}^0$	+ $3{,}4_5$	— 0,68	$1{,}001_1$	64_5
44. Zwischen Stadt und Försterei Zobten	5 h 20	13°	+ 3,6	+ 0,34	$1{,}002_2$	$65{,}8$
Messungen am 25. X. 98.						
1. Am Engelsberg	8 h 10	$7^1/_2{}^0$	+ 2,5	—	V, Einheitswert	$65{,}9$
22. Westseite des Zobten	9 h 40	7°	+ 2,3	+ 0,34	$0{,}999_3$	$64{,}0$
24. Nördl. vom Palmenstein	10 h 10	9°	+ $1{,}9_7$	— $1{,}_{02}$	$0{,}996_1$	$64{,}0$
28. Tampadler Eiche	11 h 20	10°	+ $1{,}5_4$	— 1,7	$0{,}993_1$	$64{,}9$
36. Zobtengipfel, Trigon. Stein Plattform im N	12 h 30	9° 9°	+ 1,4 + $0{,}3_6$	— $1{,}_{02}$ — $1{,}_{02}$	$0{,}995_5$ $0{,}988_3$	$70{,}0$ $68{,}1$
16. Am „Bär u. d. Jungfrau“	1 h 20	$7^1/_2{}^0$	+ 2,1	—	0,998	$66{,}0$
5. Jägerquelle	3 h 30	6°	+ 1,9	+ $1{,}_{02}$	0,998	

Bemerkungen über die gezeichneten Kurven.

Mit Hilfe der gewonnenen Messungsergebnisse habe ich Horizontal- und Vertikalisodynamen entworfen, und zwar in folgender Weise:

Die letzte Rubrik in den vorstehenden Tabellen giebt an, um wieviel Tausendstel des Wertes H_1 der Horizontalintensität am Ausgangsort Nr. 1 im Norden des Engelsberges die Horizontalintensität des betreffenden Beobachtungsortes von jener verschieden ist. Steht also z. B. bei Ort Nr. 4 in der letzten Rubrik die Zahl $-4{,}7$, so bedeutet dies, dass die Horizontalintensität bei 4

$$H_4 = H_1 - 4{,}7/_{1000} \cdot H_1$$

ist. Die Punkte, für welche dieser Unterschied $H_n - H_1$ gleich gross ist, habe ich durch Kurven verbunden, die demnach Horizontalisodynamen sind. Für das Zobtengebiet selbst habe ich vermittels Interpolation die Isodynamen von $1/_{1000}$ zu $1/_{1000}$ fortschreitend gezeichnet. Jedoch war dies nur bis zu einer gewissen Entfernung vom Gipfel des Kreuzberges und des Zobtens möglich, da auf den Bergspitzen die Intensität so schnell wechselt, dass die Karte für die Wiedergabe zu klein war.

Auf dem ganzen Serpentinzug im Süden des Zobtens waren gleichfalls die Änderungen so bedeutend, dass ich mich darauf beschränken musste, nur einige Isodynamen zu zeichnen. So würden z. B. beim Nordabhang des Geiersberges die von $1/_{1000}$ zu $1/_{1000}$ fortschreitenden Isodynamen so dicht liegen, dass auf einem Raum, wo am NW-Abhange des Zobtens 5 Isodynamen liegen, deren über 100 gezeichnet werden müssten. Ausserdem würden die Kurven auf diesem Serpentinrücken ausserordentlich unregelmässig ausfallen, da nicht nur viele grössere Felsgruppen infolge ihres Polarmagnetismus

sogar die gewöhnliche Kompassnadel auf mehrere Schritt Entfernung ablenken, sondern auch sehr viele kleinere, lose Steine auf das Variometer deutlichen Einfluss ausüben. Auf dem ganzen Serpentingebiet ist die Intensität bis zu einem gewissen Grade so von der zufälligen Lage benachbarter Steine abhängig, dass die genaue Wiedergabe ihrer Verteilung wenig lehrreich sein würde.

Während die Horizontalisodynamen mit der möglichsten Genauigkeit gezeichnet sind, ist dies bei den Vertikalisodynamen wegen der geringeren Anzahl von Beobachtungsorten nicht in gleichem Masse der Fall. Es kam hier auch vor allem darauf an, nicht die Verteilung, sondern die Stärke der Vertikalintensität V an gewissen Punkten zu bestimmen, um da genaueren Einblick in die magnetische Wirkung der Gesteine zu haben, wo die Horizontalcomponente H allein keine Gewissheit gewährt. Es ist bekanntlich $\text{tg } i = \frac{V}{H}$, wenn i die Inclination ist. Da für einigermassen grössere Winkel i, so wie sie gerade am Zobten vorkommen, eine sehr kleine Änderung des Winkels schon eine ganz bedeutende Änderung seiner trigon. Tangente hervorruft, ist bei der Ungenauigkeit in der Bestimmung von i auch die Messung von V nötig. Es kann z. B. bei fast gleichbleibender Inclination die Horizontalintensität am Ort A kleiner sein, als an Ort B, somit die magnetische Gesamt-Wirkung bei A schwächer scheinen, während sie in Wirklichkeit stärker ist, wie die Messung der Vertikalcomponente zeigt. Dies beruht dann auf einer kaum merklichen Vergrösserung der Inclination, die bei gleicher oder nur wenig stärkerer Vertikalintensität eine Verkleinerung der Horizontalcomponente zur Folge hat.

Folgerungen aus den Messungsergebnissen.

Ein allgemeiner Überblick über die erhaltenen Beobachtungswerte lehrt, dass die Intensität der Horizontalcomponente im Nordwesten des Zobtengebietes am grössten ist, dass sie in der Richtung nach Südosten erst langsam, dann sehr schnell abnimmt, um auf dem Serpentinrücken

einen Wert zu erreichen, der um ungefähr 0,4 G. E. kleiner ist als im Norden. Die Horizontalintensität beträgt in Gauss'schem Masse für die Zobtengegend ungefähr 1,9 . . , also machen die Abweichungen über 20 % aus. Daraus folgt ohne weiteres, dass Gesteine von beträchtlicher magnetischer Wirkung in dem untersuchten Gebiet vorhanden sein müssen. Da die Intensität erst auf dem Südostabhang des Zobtens anfängt, sich mit grosser Schnelligkeit zu ändern, und auf dem ganzen Serpentingebiet sehr bedeutende Abweichungen auf kleinen Strecken zeigt, während sie am Zobten nur langsame, regelmässige Änderungen erfährt, ist daraus der Schluss zu ziehen, dass die grossen Verschiedenheiten der magnetischen Kräfte auf den Einfluss des Serpentins zurückzuführen sind, dass derselbe also in ziemlich beträchtlichem Masse magnetisch ist. Dieses Ergebnis wird völlig erwiesen durch die bereits erwähnte Beobachtung, dass viele der lose umherliegenden Steine auf dem Serpentingebiet stark polarmagnetisch sind. Es ist dies aus der Zusammensetzung des Serpentins auch sehr leicht erklärlich, denn der Serpentin enthält verhältnismässig viel fein verteilten Magneteisenstein.

Im Gegensatz zum Serpentin weist kein Stein auf dem Gabbro- und Granitgebiet merkliche Polarität auf. Beim Übergang vom Serpentin zum Gabbro nimmt die Horizontalintensität stark zu und nähert sich dadurch ihrem Normalwert. Abgesehen von Unstätigkeiten auf den Gipfeln, die nachher besonders besprochen werden sollen, sind nirgends auf dem Gabbrogebiet aussergewöhnliche Intensitätsänderungen zu finden. Etwas stärker noch wird die Intensität beim Übergang vom Gabbro zum Granit und nimmt auf diesem merklich zu. Die Grenze macht sich in der Verteilung der Intensität nicht besonders bemerkbar, dies liegt vielleicht an der geringen Verschiedenheit und an dem allmählichen Übergang der Gesteine in einander. Der Vergleich der Horizontalintensität am Ausgangsorte nördlich von Rogau hat ergeben, dass sie etwas stärker ist, als die normale. Über dem Granit ist somit eine schwache Verstärkung der Horizontalintensität eingetreten. Übrigens ist an Granit schon oft magnetische Polarität gefunden worden.

Die Vertikalintensität ist gerade auf dem Serpentingebiet besonders stark, ebenso ist dort die Inclination grösser. Die Abnahme der Horizontalintensität ist nur eine Folge der vergrösserten Inclination. Der Serpentin zeigt also eine Belegung seiner Oberfläche mit Südmagnetismus, die ja die normalen magnetischen Konstanten in der angegebenen Weise verändern würde. Grabbro und Granit üben auch auf die Vertikalintensität nur geringen Einfluss aus, sie zeigt dort geringe Abschwächung in der Richtung von Nord nach Süd.

Gehen wir nun auf die Einzelheiten, besonders auf die Gestalt der Horizontalisodynamen ein, so fällt eine bemerkenswerte Beziehung der Horizontalintensität zur Lage des Beobachtungsortes sofort auf, abgesehen von der schon von O. E. Meyer gefundenen und hier bestätigten Abhängigkeit vom Gestein des Grundes. Verfolgt man nämlich bei steigender Höhe des Beobachtungsortes die Änderung der Horizontalintensität, so sieht man durchweg, dass ihre Stärke mit wachsender Höhe abnimmt. Dieses Gesetz ist überall ausgeprägt, mit alleiniger Ausnahme des Südabhanges des Zobtens, wo der Übergang zum Serpentin das Gesetz aufhebt. Durch diese Gesetzmässigkeit erhält das Bild, das die Horizontalisodynamen ergeben, eine ganz auffällige Ähnlichkeit mit dem der Niveaulinien, aber eben nur soweit, als das Gestein homogen ist. Mit grosser Deutlichkeit prägt sich diese Abnahme mit der Höhe besonders auf der Nordhälfte des Zobtens aus, dort ist die Ähnlichkeit mit dem Bilde der Niveaulinie unverkennbar. So folgen z. B. an dem Thaleinschnitt westlich von Striegelmühl die Isodynamen ganz den Höhenkurven und bilden ebenso wie diese eine Einbuchtung. Der Kreuzberg und der Zobtengipfel sind von geschlossenen Isodynamen umgeben, der jähe Absturz im Nordwesten des Zobtengipfels zeigt eine Häufung sowohl der Isodynamen wie der Niveaulinien, ja sogar die Einbuchtung von Gorkau und der Stollberg scheinen sich bemerklich zu machen. Wäre die Zahl der Beobachtungsorte noch grösser und die erreichbare Genauigkeit schärfer, so würde diese Übereinstimmung wohl auch in Einzelheiten auftreten.

Ausserdem ist eine gewisse Parallelität der Horizontalisodynamen mit den Grenzen der geologischen Schichten zu erkennen. Die Grenze zwischen Gabbro und Granit steigt südlich von Krotzel scharf an bis unterhalb des grossen Riesner und verläuft dann nach dem Engelsberg zu. Ihr parallel laufen ungefähr die Isodynamen. Dieser Parallelismus tritt weit ausgeprägter und deutlicher hervor an der Grenze zwischen Gabbro und Serpentin, die quer über den Sattel zwischen Zobten und Geiersberg verläuft. Der Unterschied in der magnetischen Wirksamkeit der beiden Gesteine drückt sich in der Häufung der Isodynamen beim Grenzübergang aus.

Eine besondere Beachtung erfordern die Messungsergebnisse auf den Gipfeln des Zobtens, des Kreuzbergs, des Geiersberges und des Ebereschenbergs. Auf all diesen Punkten geschehen so schnelle und so bedeutende Änderungen der magnetischen Componenten, dass sie den übrigen Beobachtungsorten gegenüber entschieden eine Ausnahmestellung einnehmen.

Betrachten wir zunächst den Gipfel des Zobtens. Er besteht aus einem Wiesenplateau, an das sich im SW. eine Erhebung anschliesst, welche die Kapelle trägt. Diese Erhebung setzt sich in einer Reihe von Felsblöcken nach Süden fort und trägt an ihrem Ende eine gemauerte Aussichtsplattform mit eisernem Geländer und den trigonometrischen Stein. Auf der Wiese ist ein Wirtshaus mit Nebengebäuden. Die Messungen ergaben hier Folgendes:

Südlich von der Kapelle, über einem grossen leeren Keller, findet ein ausserordentlicher Sprung der Horizontalintensität statt, nämlich von $1{,}019_5 \cdot H_1$ zu $0{,}875 \cdot H_1$, also von ungefähr 0,25, und zwar in einer Entfernung von 3 Schritt. Diese auffallende Erscheinung hat vielleicht ihren Grund in einem Blitzschlage, da gerade an dieser Stelle früher eine Kirche stand, die vom Blitz eingeäschert wurde. Südlich von dieser Stelle ist eine bedeutende Zunahme, nördlich eine starke Abnahme der Horizontalintensität bemerkbar, die sich beide allmählich abschwächen, aber am Rande des Gipfels

4. Die exponierten Gipfelpunkte zeigen eine örtlich beschränkte, starke Variation der Horizontalcomponente, zugleich mit bedeutender Zunahme von Vertikalintensität und Inclination. Der Grund ist wahrscheinlich in der Anhäufung von Südmagnetismus zu suchen, die durch magnetische Spitzenwirkung oder vielleicht durch Blitzschlag verursacht ist.

Lebenslauf.

Ich, Max Zeisberg, evangelischer Konfession, bin am 25. Dezember 1874 zu Görlitz geboren und der Sohn des in Breslau gestorbenen Kaufmanns August Zeisberg. Ich besuchte von Ostern 1881 bis Ostern 1884 die hiesige städtische Elementarschule No. 47 und trat dann in die evangelische höhere Bürgerschule No. II ein, die ich Ostern 1890 verliess, um zur königlichen Oberrealschule überzugehen. An dieser Anstalt bestand ich Ostern 1894 die Reifeprüfung und studierte, seit dieser Zeit Mathematik und Naturwissenschaften, und zwar mit Ausnahme des Sommersemesters 1895, das ich in Freiburg i. B. zubrachte, an der hiesigen Universität. Ich besuchte die Vorlesungen und Übungen der Herren Professoren:

Bäumker, Baumann, Bobertag, Chun, F. Cohn †, Ebbinghaus, Frech, Heydweiller, Hintze, Kaufmann, London, Lüroth, O. E. Meyer, Pax, Rosanes, Stickelberger, Sturm.

Ihnen allen sage ich für meine wissenschaftliche Förderung meinen aufrichtigen Dank.

Die vorliegende Arbeit ist bei der Preisverteilung am 27. I. 1898 von der hohen philosophischen Fakultät der Universität Breslau mit dem vollen Preise bedacht worden.

Thesen.

1. Hypothesen über die Ursache physikalischer Vorgänge haben nur dann wissenschaftlichen Wert, wenn sich durch Folgerungen aus ihnen neue Thatsachen ergeben.

2. Der Grad des Fortschritts in der Physik ist bestimmt durch das Mass, in welchem sich die Mathematik in ihr anwenden lässt.

3. Der bildende Wert der Geometrie in der Schule ist grösser als der der Algebra.

4. Es wäre wünschenswert, dass zur Mehrung unserer Erfahrungen in Betreff der erdmagnetischen Erscheinungen öfters eingehende Lokaldurchforschungen beschränkter Gebiete angestellt würden.

Erklärung

der beigegebenen Tafeln.

Beide Tafeln sind auf das Blatt »Zobten« der königl. preuss. Landesaufnahme (Massstab 1 : 25 000) aufzulegen. Zur genauen Orientierung dienen der links oben eingezeichnete Meridian und der Breitengrad, die beide auf der Karte auch angegeben sind.

Tafel 1 giebt eine Übersicht über die erhaltenen Werte der Horizontal- und Verticalintensität. An den mit + bezeichneten Stellen sind Messungen gemacht worden. Die links von jedem solchen Punkt stehende Zahl giebt die Nummer des Beobachtungsortes in den Tabellen an; von den rechts stehenden Zahlen giebt die eingeklammerte die Stärke der Verticalintensität, die andere die der Horizontalintensität in der gebrauchten willkürlichen Einheit an.

Auf Tafel 2 stellen die voll ausgezogenen Linien die Horizontalisodynamen, die punktierten die Verticalisodynamen dar. Die bei jeder Isodyname stehende positive oder negative Zahl giebt an, um wieviel Tausendstel die Intensität an den Punkten dieser Linie stärker oder schwächer ist, als am Ausgangsort 1.

Aus dem physikalischen Institut der Universität Breslau.

Erdmagnetische Untersuchungen im neuen physikalischen Institut der Universität zu Breslau.

Inaugural-Dissertation,

welche

nebst den beigefügten Thesen

mit Genehmigung der hohen

philosophischen Fakultät der Kgl. Universität Breslau

zur

Erlangung der philosophischen Doktorwürde

am

Montag, den 18. April 1904, vormittags 11½ Uhr

in der Aula Leopoldina der Universität

öffentlich verteidigen wird

Kurt Burath.

Opponenten:

Herr Dr. phil. **Felix Oertel,**
Herr Dr. phil. **Otto Ollendorff.**

Breslau, 1904.
Druck von Graß, Barth u. Comp. (W. Friedrich).

1977

BODLEIAN
21·9·1904
LIBRARY

Meinem lieben Vater

und dem Andenken

meiner teuren Mutter.

An dieser Stelle sei es mir gestattet, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn

Geheimen Regierungsrat

Prof. Dr. O. E. Meyer,

für die Anregung zu dieser Arbeit und das mir stets bewiesene Wohlwollen meinen gehorsamsten Dank auszusprechen.

Auch dem Assistenten am physikalischen Institut Herrn

Dr. phil. H. Kochan

fühle ich mich für viele wertvolle Ratschläge während der Anfertigung dieser Arbeit zu großem Danke verpflichtet.

Einleitung.

Bis zum Sommersemester des Jahres 1900 befand sich das physikalische Institut der Universität zu Breslau in dem Grundstück Schuhbrücke 38/39, das es mit dem mineralogisch-geologischen und dem pharmaceutischen Institut teilen mußte. Beschränkte Raumverhältnisse, die Einführung des elektrischen Betriebes auf der Straßenbahn, der bei der unmittelbaren Nähe genaue erdmagnetische Untersuchungen äußerst störte, und noch viele andere Unannehmlichkeiten, wie z. B. der rege Wagenverkehr, der fortwährend störende Erschütterungen im ganzen Hause verursachte, hatten eine Verlegung des Institutes an einen anderen Ort mit günstigeren Bedingungen verlangt. Im Sommer 1900 konnte das Institut in das neue Gebäude auf der Dominsel einziehen, das speziell für physikalische Zwecke eingerichtet worden war.

Im Frühjahr des Jahres 1902 erging nun an mich von Herrn Geheimrat Prof. Dr. O. E. Meyer die Anregung, die erdmagnetischen Konstanten im neuen Institutsgebäude festzustellen. Verschiedene auffällige Erscheinungen ließen von vornherein darauf schließen, daß sich an vielen Stellen ganz erhebliche Störungen und Abweichungen von den aus den Lamontschen Karten zu entnehmenden Werten zeigen würden.

Litteratur.

Die Litteratur über das Gebiet des Erdmagnetismus ist eine sehr umfangreiche, da die Erscheinungen des Erdmagnetismus, die noch heute durchaus nicht vollständig geklärt sind, stets zu neuen Arbeiten und Untersuchungen angeregt haben. Eine sehr eingehende Litteraturübersicht findet sich in der Zeisbergschen Inaugural-Dissertation: „Erdmagnetische Untersuchungen im Zobtengebiet (1899)", sodaß es sich erübrigt, eine übersichtliche Zusammenstellung hier zu geben, jedoch soll in allen besonderen Fällen auf die Quellen in der Literatur hingewiesen werden. Zwei Arbeiten mögen aber schon jetzt genannt werden, an die sich diese eng anschließt; die eine ist „Pringsheims absolute Deklinations- und Intensitätsbestimmung im alten Institutsgebäude (1879/80)", die andere ist die schon genannte Zeisbergsche Arbeit über Intensitäts-Schwankungen im Zobtengebiet.

Die gestellte Aufgabe zerfällt im wesentlichen in zwei Teile, die absoluten und die relativen Messungen. Es dürfte daher besser sein, diese Einteilung bei der Wiedergabe zu wählen, statt die Beobachtungen in chronologischer Reihenfolge anzuführen. Der erste Teil wird demnach die absoluten Bestimmungen der Deklination und der Horizontalintensität des Erdmagnetismus bringen, während der zweite Teil die relativen Messungen der Intensitäts- und Inklinations-Schwankungen innerhalb des Institutes behandeln wird.

Zunächst mögen einige Angaben über die Lage und die innere Einrichtung des Institutes gemacht werden, soweit sie gerade für magnetische Messungen in Betracht kommt. Das auf der Dominsel fern vom Verkehr gelegene

Gebäude erstreckt sich in seiner Längsfront von Süden nach Norden, daran schließen sich im Süden und Norden nach Osten zu zwei Seitenflügel. An den südlichen von ihnen grenzt, durch einen kleinen Hof getrennt, ein Wohnhaus, während auf den drei anderen Seiten des Gebäudes die benachbarten Häuser weit zurücktreten, sodaß das Institut eine ziemlich freie Lage besitzt. Dagegen wird dasselbe im Westen, Norden und Osten, wenn auch erst in einer ziemlich großen Entfernung, von elektrischen Straßenbahnen eingeschlossen. Im Osten fährt die Bahn in einer Entfernung von 300 m vorbei, während sie im Westen und im Norden gar bis auf 200 m herankommt. Nun sind gerade über den störenden Einfluß elektrischer Bahnen in neuerer Zeit eine ganze Reihe von Beobachtungen angestellt worden, so z. B. in Hannover, Göttingen und anderen Orten; auch in dem alten Gebäude des hiesigen Institutes sind solche Messungen von Prof. O E. Meyer und Mützel gemacht worden. Ausführliche Berichte über die Erfolge finden sich in Heft 26 und 27 des Jahrganges 1895 der Elektrotechnischen Zeitschrift. Aus den Mitteilungen der einzelnen Beobachter geht hervor, daß die Meinungen über die Größe der Störungen bei den verschiedenen Entfernungen sehr auseinander gehen. Jedenfalls aber glaube ich, daß bei der hier in Frage kommenden Entfernung von 200 bis 300 m der störende Einfluß der elektrischen Bahnen geringer ist als die Störungen durch die im Hause vorhandenen Eisenmassen. Es ist einleuchtend, daß bei einem Gebäude, das nicht gerade nur als magnetisches Observatorium dienen soll, die Verwendung von Eisen unvermeidlich ist. Doch ist bei dem Bau des Institutes natürlich auf magnetische Beobachtungen Rücksicht genommen worden, indem ein im Kellergeschoß gelegenes Zimmer und der Turm aus vollständig eisenfreiem Material gebaut und eingerichtet worden sind; selbst die Fensterbeschläge, die Türschlösser und Schlüssel und der Gasofen, die Wasserleitungs- und Gasröhren sind aus eisenfreiem Material, meistens Messing, hergestellt.

Teil I.

I. Deklinations-Bestimmung.

Die Bestimmung der Deklination beabsichtigte ich genau so auszuführen, wie es Pringsheim im Jahre 1879 im alten Institutsgebäude getan hatte (s. die oben schon erwähnte Arbeit). Doch war das aus folgenden Gründen unmöglich. Die Deklinationsbestimmung verlangt die genaue Kenntnis des astronomischen Meridians. Dieser Umstand machte eine Beobachtung in dem eisenfreien Zimmer im Kellergeschoß unmöglich, da von diesem aus weder durch die Sonne noch durch terrestrische Objekte der Meridian gewonnen werden konnte. Es mußte daher der Turm des Institutes benützt werden. Die Beobachtungen auf diesem, die nach der Lage der Dinge die einwandfreiesten Resultate zu liefern versprachen, hatten aber, wenigstens für die Messung mit dem von Pringsheim benützten Apparat, unter einem unvermeidlichen Übelstandezu leiden. Das Dach des Turmes ist mit verschiedenen Holzgittern belegt, weil auf dem bloßen Blechbelag kaum ein zuverlässig fester Platz zur Aufstellung von Instrumenten vorhanden ist. Eins dieser Holzgitter ist zersägt worden, um einen 1 qm großen Platz zu gewinnen, der von den benachbarten Gittern isoliert und daher unabhängig von den Erschütterungen derselben wäre. Doch hat sich gezeigt, daß selbst dieser Platz auf dem Turm nicht absolut ruhig ist, da einmal jeder vorüberfahrende Lastwagen den Turm etwas erzittern läßt, dann aber auch, weil ja wohl jeder Turm bei einigermaßen kräftigem Winde etwas vibriert.

Zu der von Pringsheim eingeschlagenen Beobachtungsmethode mit einem Magneten, der zur genauen Einstellung eine Längsdurchsicht besitzt, gehört nun 1.) ein absolut ruhiger Aufstellungsort für das Instrument mit dem aufgehängten Magneten und 2.) in einer Entfernung von 1 bis 2 m

nach Norden oder Süden wiederum ein fester Aufstellungsort für das Fernrohr. Die Beseitigung der Torsion des Aufhängefadens verlangt aber ein häufiges Hinundhergehen zwischen Instrument und Fernrohr; die hierdurch erzeugten Erschütterungen ließen den schwingenden Magneten nicht zur Ruhe kommen. Dies wurde noch schlimmer, wenn etwas Wind herrschte, da das Instrument mit dem Tischchen der Luft eine ziemlich große Angriffsfläche bot. All diese Umstände verhinderten eine Beruhigung des schwingenden Magneten, und da nun aber zur Ablesung der Einstellung bei diesem Magneten zwar nicht absolute Ruhelage erforderlich ist, doch aber nur äußerst geringe Schwankungen zulässig sind, so mußte von einer Bestimmung der Deklination mit diesem Magneten Abstand genommen werden.

Ich erhielt daher zu den weiteren Beobachtungen einen Lamontschen Theodoliten, der aus der Firma Bamberg in Friedenau stammt.

Die Vorzüge dieses Instrumentes dem vorigen gegenüber sind die folgenden: Magnet und Fernrohr sind in einem Instrument vereinigt, und daher ist nur ein Gestell und ein fester Aufstellungsort erforderlich. Bei den geringen Dimensionen des Instrumentes findet der Wind bei weitem nicht so viel Angriffsfläche wie bei dem vorigen. Der Magnet, der nicht an einem Faden hängt, sondern auf einer feinen Spitze leicht drehbar aufliegt, beruhigt sich sehr schnell. Diesen Vorteilen steht nun der Nachteil gegenüber, daß das Instrument wegen der bei Spitzenaufhängung nie ganz zu beseitigenden Reibung dem anderen an Empfindlichkeit nachsteht.

Bei der Wahl des Aufstellungsortes mußte darauf Rücksicht genommen werden, daß eine möglichst große Zahl von günstig gelegenen Türmen zu sehen war. Der beste Platz fand sich gerade auf der isolierten Stelle des Daches, so daß man von allen Seiten an das Instrument herantreten konnte, ohne es dadurch merklich zu erschüttern.

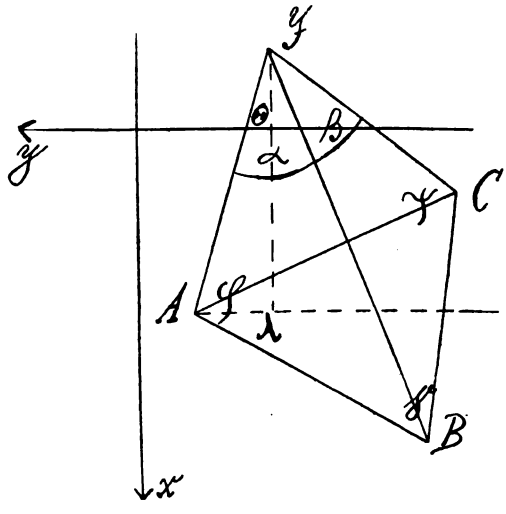
Die Auswahl der Türme war nicht sehr groß. Sämtliche Türme, die überhaupt zur Bestimmung des Meridians

benutzt werden konnten, lagen auf der Südseite. In den Galleschen „Mitteilungen von der kgl. Universitäts-Sternwarte zu Breslau“ aus dem Jahre 1879 findet sich eine Koordinatentafel, in der die Koordinaten vieler Türme und hervorragender Punkte in und um Breslau angegeben sind, und zwar in Bezug auf ein System, das seinen Anfangspunkt in dem Zentrum der Sternwarte hat; seine Abscissenachse fällt mit dem astronomischen Meridian dieses Punktes zusammen und wird nach Süden positiv gerechnet; seine Ordinatenachse verläuft senkrecht zu dieser Richtung nach Westen positiv. Die Sternwarte selbst ist nun leider nicht zu sehen, da sie durch die Kreuzkirche verdeckt wird. Infolgedessen mußte der Meridian aus den Beobachtungen von mindestens 3 anderen Türmen berechnet werden. In Betracht kamen, von Osten nach Westen gehend, folgende Türme:

1. u. 2.) Die beiden Domtürme,
3.) Der Mauritiuskirchturm,
4.) Der Bernhardinkirchturm,
5.) Der Adalbertkirchturm,
6. u. 7.) Die beiden Magdalenenkirchtürme,
8.) Der Kreuzkirchturm.

Von diesen Türmen liegen der Turm der Kreuzkirche und die beiden Domtürme dem Beobachtungsort so nahe, daß der kleinste Fehler in der Einstellung schon beträchtliche Fehler im Resultat verursacht, daher ist den Resultaten, bei deren Berechnung einer dieser Türme benützt worden ist, wenig Gewicht beizulegen. In der Tat variieren diese Werte der Deklination viel stärker als die anderen.

Der astronomische Meridian wurde aus den Turmbeobachtungen mit Hilfe der sogenannten Pothenotschen Aufgabe berechnet. Es bedeute J den Beobachtungsort, A, B und C drei Türme. Seiten und Winkel des Dreiecks A, B, C lassen sich aus den bekannten Koordinaten der drei Türme berechnen. Die Winkel α und β werden beobachtet. Führe ich noch die Bezeichnungen γ, φ und ψ ein, so ist:



$$A\,B = J\,B \cdot \frac{\sin\alpha}{\sin\varphi}$$

$$\text{und} \quad B\,C = J\,B \cdot \frac{\sin\beta}{\sin\psi},$$

$$\text{folglich} \quad \frac{A\,B}{B\,C} = \frac{\sin\alpha\,\sin\psi}{\sin\beta\,\sin\varphi}.$$

$$\text{Nun ist:} \quad \alpha + \beta + \gamma + \varphi + \psi = 4\,R$$

$$\text{oder} \quad \varphi + \psi = 4\,R - (\alpha + \beta + \gamma) = \varepsilon,$$

$$\text{daher} \quad \frac{A\,B}{B\,C} = \frac{\sin\alpha\,\sin(\varepsilon - \varphi)}{\sin\beta\,\sin\varphi} = \frac{\sin\alpha}{\sin\beta}(\sin\varepsilon\,\operatorname{cotg}\varphi - \cos\varepsilon),$$

$$\text{folglich ist:} \quad \operatorname{cotg}\varphi = \frac{A\,B\,\sin\beta}{B\,C\,\sin\alpha\,\sin\varepsilon} + \operatorname{cotg}\varepsilon.$$

Es ist also φ zu berechnen. Von diesem Winkel ziehe ich den Neigungswinkel von A B gegen die y-Achse ab, dann ist das Komplement ϑ zu dieser Differenz gleich dem Winkel, den der Meridian in J mit der Visierrichtung J A bildet. Ziehe ich also den so erhaltenen Winkel von der Ablesung für den Turm A ab, so erhalte ich sofort die Richtung des astronomischen Meridians auf dem Teilkreise des Instrumentes. Beobachte ich nun den magnetischen Meridian, so gibt die Differenz beider Ablesungen die Deklination.

Der Gang der Beobachtungen war nun immer der folgende: Der Theodolit wurde fest auf einen Dreifuß aufgeschraubt und dieser stark belastet, so daß eine genügend feste Aufstellung erreicht wurde. Dann wurde das Instrument nivelliert, um die Drehungsachse des Instrumentes genau vertikal zu stellen. Nun wurde der senkrechte Faden des Fernrohres der Reihe nach auf die Türme eingestellt und jedes Mal das Mittel aus den Ablesungen der beiden Nonien notiert. Hierauf wurde das für den Magneten bestimmte Gehäuse auf das Instrument aufgesetzt. Die in der Mitte eingesetzte Spitze wurde sorgfältig gereinigt und geölt, dann der Doppelmagnet eingelegt und das Gehäuse durch einen Deckel geschlossen. Um ein Festhaken des Magneten zu verhindern, dient eine äußerst einfache Vorrichtung. Auf dem Deckel befindet sich nämlich ein Messingknopf, und dieser wird vorsichtig mit einer kleinen rauhen Elfenbeinplatte gerieben. Die dadurch entstehenden geringen Erschütterungen genügen zur Beseitigung des Übelstandes. Nachdem nun mehrmals hintereinander die Einstellung der Magneten beobachtet und notiert war, wurde der Doppelmagnet um seine Längsachse um 180° gedreht und wieder wie eben mehrmals beobachtet. Damit sich der Magnet in beiden Lagen in dem stabilen Gleichgewicht befindet, ist das Hütchen, mit dem er auf der Spitze aufliegt, verschiebbar und auf beiden Seiten gleichmäßig ausgebildet. Das Mittel aus beiden Ablesungen liefert dann die Richtung des magnetischen Meridians. Durch dieses Umlegen wird eine eventuelle Abweichung der magnetischen Achse von der geometrischen Achse und der Stellung des mit dem Magneten verbundenen Spiegels zu dieser unschädlich gemacht. Zum Schluß wurden immer noch einmal alle Türme eingestellt, um eine etwa eingetretene Verschiebung des Instrumentes festzustellen. Ein Umlegen des Fernrohres, das eine Abweichung der optischen von der geometrischen Achse desselben unschädlich macht, ist bei diesem Instrument unmöglich.

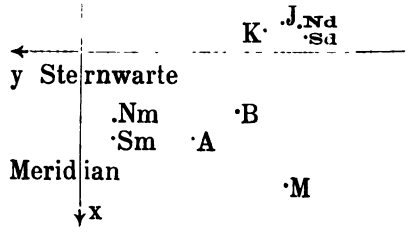
Ergebnisse der Beobachtungen.

Die Beobachtungstage für die Deklinationsbestimmung waren der 8., 12. und 14. August und der 2. September des Jahres 1903. Der Beobachtungsort war nicht immer genau der gleiche, da das Instrument an jedem Tage von neuem aufgestellt werden musste, doch liegen sämtliche Orte innerhalb einer Fläche von ½ qm. Die Tageszeiten der Beobachtungen waren leider auch nicht immer dieselben, sodaß die täglichen Schwankungen in Rechnung gezogen werden müssen. Damit nun nicht gerade die Beobachtungsresultate von solchen Tagen, an denen die Deklination ganz unregelmäßigen Schwankungen unterworfen war, angegeben würden, wurden die vom Beuthener Observatorium täglich herausgegebenen Karten der Deklinationsschwankungen eingesehen. Hierdurch und durch die Ungunst der Witterung, die oft während der Beobachtungen umschlug, sind an einer Reihe von Tagen ganz unzuverlässige Resultate erzielt worden, von denen hier ganz abgesehen werden soll.

Es mögen nun die der Rechnung zu Grunde gelegten Koordinaten der Türme und ein kleiner Situationsplan derselben gegeben werden.

	x	y
1. Nd. = Nördl. Domturm.....	— 40,780	— 882,719
2. Sd. = Südl. Domturm	— 24,797	— 886,231
3. M = Mauritiuskirche.....	+ 830,079	— 921,436
4. B = Bernhardinkirche....	+ 450,183	— 641,184
5. A = Adalbertkirche	+ 509,458	— 420,586
6. Sm. = Südl. Magdalenent. ..	+ 481,234	— 83,097
7. Nm. = Nördl. Magdalenent. ..	+ 464,273	— 87,422
8. K = Kreuzkirche.....	— 113,759	— 738,893

Situationsplan.



Aus dieser Skizze erhellt sofort, daß die Kreuzkirche und die beiden Domtürme wegen ihrer allzugroßen Nähe am besten ganz ausgeschaltet werden.

Die mit Hilfe der anderen Türme angestellten Beobachtungen haben folgende Resultate geliefert:

1903.	8. VIII. 10 h.	12. VIII. 3 h.	14. VIII. 10 30 h.	2. IX. 11 h.
S. A. M.	7° 14′ 30″	7° 18′ 30″	7° 19′ 0″	7° 17′ 30″
S. B. M.	7° 18′ 0″	7° 20′ 0″	7° 19′ 30″	7° 19′ 30″
A. B M.	7° 20′ 30″	7° 21′ 0″	7° 20′ 30″	7° 21′ 0″
N. B. M.	7° 18′ 30″	7° 24′ 30″	7° 21′ 30″	7° 20′ 0″
N. A. M.	7° 13′ 0″	7° 20′ 0″	7° 20′ 30″	7° 18′ 30″

Anmerkung: Die Buchstaben in der ersten Kolonne beziehen sich auf die bei der Berechnung der Einzelresultate benützten Türme und entsprechen den auf voriger Seite eingeführten Abkürzungen. N und S sind die beiden Magdalenentürme.

Zunächst ist zu bemerken, daß sämtliche Werte ganz erheblich von den zu erwartenden abweichen, denn diese müßten ungefähr 7° 30′ sein. Jedoch läßt die leidliche Übereinstimmung der vielen Beobachtungen sicher darauf schließen, daß nicht Beobachtungsfehler die Ursache dieser Abweichungen sein können. An der Richtigkeit der benützten Koordinaten ist nicht zu zweifeln, da sie äußerst genau auf der Sternwarte berechnet und mehrmals kontrolliert worden sind. Es bleibt vielmehr nur übrig, eine örtliche Störung anzunehmen. Irgend welche eisenhaltigen Instrumente oder Gegenstände sind bei den Beobachtungen aufs peinlichste vermieden worden. Das nächste Eisen findet sich erst 4 m unter dem Beobachtungsort, wo eine Eisentür den Zugang vom Treppenhause zu den Bodenräumen abschließt, doch wird diese wohl kaum einen wesentlichen Einfluß haben.

Was nun die Übereinstimmung der Resultate unter sich anlangt, so ist dieselbe sowohl unter den an einem Tage gewonnenen, als auch unter den entsprechenden an den verschiedenen Tagen erhaltenen Werten eine nicht sehr befriedigende. Dabei muß aber berücksichtigt werden, daß ja auch die Beobachtungszeiten an den einzelnen

Tagen nicht dieselben waren. Daß die Werte vom 8. VIII. geringer sind als die anderen, erklärt sich dadurch, daß die Deklination gerade zwischen 10 und 11 Uhr rasch wächst. Die anderen drei Kolonnen lassen sich schon besser vergleichen, da die Deklination um 3 Uhr nachmittags ungefähr wieder soviel zurückgegangen ist, wie sie von 11 Uhr bis zum Maximum gestiegen ist. In der Tat stimmen diese Werte leidlich unter einander überein, und man kann wohl getrost den Mittelwert von ihnen als Wert gelten lassen. Wenn nun von der minimalen Korrektion, die die Meridiankonvergenz zwischen dem Meridian der Sternwarte und dem des Beobachtungsortes verlangt, abgesehen wird, so ergibt sich als Mittelwert für die Deklination im August 1903 um 11 Uhr vormittag:

$$\delta = 7^\circ\ 20'\ 30''.$$

Die Beobachtungen am 2. September beschränkten sich nicht auf eine einmalige Bestimmung der Deklination, sondern es sollte an diesem Tage der Verlauf der Deklination während mehrerer Tagesstunden verfolgt werden. Es wurde nun stündlich von 10 bis 4 Uhr die Magneteinstellung abgelesen. Wenn nun als astronomischer Meridian der gewählt wird, der sich bei Benützung der Türme: S = Südlicher Magdalenenturm, B = Bernhardinkirchturm und M = Mauritiuskirchturm ergibt, so liefern die Beobachtungen folgende Resultate:

2. IX. 1903.	Zeit.	Deklination.
1.	10 h.	7° 15′ 45″.
2.	11 h.	7° 19′ 30″.
3.	12 h.	7° 20′ 15″.
4.	1 h.	7° 19′ 30″.
5.	2 h.	7° 18′ 15″.
6.	3 h.	7° 16′ 30″.
7.	4 h.	7° 14′ 30″.

In diesen Werten zeigt sich wieder das rasche Ansteigen zwischen 10 und 11 Uhr. Von da ab verhält sich die Deklination ziemlich konstant, erreicht allerdings schon ungefähr um 12 Uhr ihr Maximum, was sonst ge-

wöhnlich erst um 1 Uhr herum geschieht, und fällt dann wieder rasch ab.

Was nun die Größe der täglichen Schwankung anbetrifft, so beträgt diese, wenn wir berücksichtigen, daß während der nicht beobachteten Zeit von 8—10 Uhr die Deklination schon um 1 bis 2′ gewachsen ist, für Anfang September 5 bis 7 Bogenminuten, ein für diese Jahreszeit ganz normaler Wert.

Im Anschluß an die bisherigen Mitteilungen der Ergebnisse der Deklinationsbeobachtungen mit Hilfe terrestrischer Objekte mögen noch die Koordinaten des Ortes der Beobachtung vom 14. VIII. 1903 angegeben werden. Diese berechneten sich, bezogen auf die Koordinatentafel IV der Galleschen Mitteilungen, als:

$$X = -151{,}4_0 \text{ m},$$
$$Y = -822{,}0_0 \text{ m}.$$

Eine genauere Angabe wäre unzuverlässig, da der Ort nicht genau fixiert worden ist.

Es lag nahe, zur Bestimmung der Deklination auch die Sonne zu benützen, und es ist daher auch an verschiedenen Tagen der Versuch gemacht worden, zur Kontrolle den Meridian mit Hilfe der Sonne zu bestimmen. Da die absolute Zeit nicht bekannt war, mußte die Sonne in zwei Stellungen von gleicher Höhe beobachtet werden. Nun besitzt das Instrument aber keinen Höhenkreis, sodaß das Fernrohr von der einen Beobachtung bis zur anderen vollständig unverändert in seiner Neigung gelassen werden muß. Daher kann an jedem Tage immer nur eine einzige Beobachtung stattfinden; außerdem erschwert dieser Umstand das Aufsuchen und die genaue Einstellung der Sonne in der zweiten Stellung. Zu diesem Übelstande treten noch einige andere, die die vollständig unbefriedigenden Werte, die erhalten wurden, erklären. Die Sonne muß eingestellt werden, wenn sie noch ziemlich rasch ansteigt, also vielleicht um 10 Uhr und dann natürlich wieder in der Gegenstellung um 2 Uhr. Beide Richtungen schließen aber einen sehr großen Winkel ein, und wenn nun das Fernrohr um einen so großen Winkel nachgedreht werden

muß, so verursacht eine minimale Neigung der vertikalen Drehungsachse des Fernrohres einen bedeutenden Fehler, da die Sonne zum zweiten Male in einer ganz anderen Höhe beobachtet wird als beim ersten Male. Diese Neigung kann aber schließlich doch dadurch hervorgerufen werden, daß der Beobachter seine Stellung zu dem Instrument öfters verändern muß und daher womöglich eine minimale Erschütterung des Erdbodens hervorrufen kann, die sich dem Instrumente mitteilt. Hierzu tritt noch ein anderer Umstand. Das Fernrohr besitzt einen beleuchtbaren Vertikalfaden. Die Beleuchtung geschieht durch ein total reflektierendes Prisma, das sich zwischen Okular und Vertikalfaden befindet, und dessen eine Kante gleichzeitig den Horizontalfaden ersetzt. Wegen dieser Einrichtung ist die Sonne erst zu sehen, wenn sie in die untere Hälfte des Gesichtsfeldes tritt. Schwer ist es nun zu erkennen, wann die Sonne gerade die horizontale Halbierungslinie des Gesichtsfeldes tangiert. In diesem Augenblick muß der Vertikalfaden auf den entsprechenden Sonnenrand eingestellt werden. Es hat sich außerdem nachträglich herausgestellt, daß die Vorrichtung zur Feinverstellung, welche diese Einstellung bewirkt zwar beim Anziehen, nicht aber beim Lockern sofort funktioniert, sodaß zwischen Einstellung und Ablesung wegen elastischer Nachwirkung eine kleine Änderung wahrscheinlich eingetreten war. Aus all diesen Gründen erklären sich wohl die ganz sonderbaren Werte, die im Folgenden angegeben werden mögen:

1903

Tag	Zeit der Sonneneinst.	Zeit der Magneteinst.	Deklination
8. VIII.	$10^{\underline{40}} - 1^{\underline{20}}$	$10^{\underline{0}}$ h	7° 5′ 30″
12. VIII.	$10^{\underline{40}} - 1^{\underline{20}}$	$3^{\underline{0}}$ h	7° 3′ 15″
14. VIII.	$10^{\underline{50}} - 1^{\underline{10}}$	$10^{\underline{30}}$ h	6° 55′ 0″
15. VIII.	$11^{\underline{40}} - 12^{\underline{20}}$	$1^{\underline{0}}$ h	7° 13′ 45″

Anmerkung: An mehreren Tagen wurden die Beobachtungen dadurch vereitelt, daß im Augenblick der zweiten Einstellung die Sonne durch eine Wolke verdeckt war.

Von den stark variierenden Resultaten ist das letzte das beste, doch ist hieran auszusetzen, daß die Sonne in zwei dem Meridian zu nahe gelegenen Stellungen beobachtet worden ist. Daß aber gerade dieses Resultat am besten geworden ist, läßt darauf schließen, daß in den anderen Fällen entweder nicht ganz genau nivelliert war, oder daß sich die Neigung des Fernrohres zwischen den beiden Beobachtungen durch irgend welche äußeren Veranlassungen etwas geändert hat.

Jedenfalls ist diesen Beobachtungen kein Gewicht beizulegen.

II. Bestimmung der Horizontal-Intensität.

Die Bestimmung der Horizontal-Intensität geschah zunächst auch nach dem Vorbilde Pringsheims und mit denselben Apparaten, die dieser benützt hatte, wurde später aber mit dem magnetischen Theodoliten ausgeführt, der auch zur Bestimmung der Deklination diente.

Die ersten Messungen wurden in dem im zweiten Stockwerk gelegenen Zimmer 36 vorgenommen, und zwar in der Nähe der leider nicht eisenfreien Wand, welche dieses Zimmer von der Dunkelkammer trennt. Fortgesetzt wurden die Messungen in dem eisenfreien Zimmer 3 im Kellergeschoß, in der Nordwestecke desselben. Schließlich wurde auch noch auf dem Turm ebenfalls in der Nordwestecke beobachtet. Da alle Messungen auf dieselbe Art und Weise angestellt wurden, mögen die Resultate nachher im Zusammenhange wiedergegeben werden. Vorher jedoch sollen die angewandten Apparate etwas näher beschrieben werden.

Beim ersten Teile der Messungen, den Schwingungsbeobachtungen, diente als schwingender Magnet ein massiver Stahlzylinder von 681,855 gr Gewicht und einer Länge von 25,87 cm. Er ruhte in einem Gehänge von

üblicher Form, mit dem ein kleiner Spiegel fest verbunden war, um auch noch sehr kleine Schwingungen mit Fernrohr und Skala ablesen zu können. Dieses Gehänge mit dem Magneten sollte nun von einem Bündel von Seidenfäden mit geringer Torsion getragen werden, doch scheiterten sämtliche Versuche an dem schweren Gewicht des Magneten. Wenn dieser wirklich getragen wurde, so riß der Seidenfaden regelmäßig, wenn zur Bestimmung des Trägheitsmomentes noch zwei Messingzylinder von zusammen 300 gr angehängt wurden. Auch der dann gewählte sehr dünne Silberdraht, der auch noch eine sehr geringe Torsion hatte, konnte die Last nicht tragen und riß mindestens bei der Schwingungsbeobachtung mit Belastung.

Es mußte schließlich ein ziemlich starker platinierter Kupferdraht genommen werden, der nun natürlich eine sehr beträchtliche Torsion besaß. Dieser Umstand verlangte eine sehr genaue Torsionsbestimmung und Berücksichtigung derselben bei allen Messungen. Dies war mit ein Grund dafür, daß später die Messungen mit anderen Instrumenten vorgenommen wurden, die viel geringere Dimensionen hatten.

Der schwingende Magnet wurde mit einem hölzernen Kasten umgeben, um ihn vor störenden Luftströmungen zu schützen. Die Schwingungen des Magneten wurden mit einem Theodoliten von M. Meyerstein in Göttingen beobachtet, an dem sich noch 10″ ablesen ließen. Auf diesen wurde die Holzskala aufgesetzt. Die Schwingungszeiten wurden mit einem Schiffschronometer von Knoblich (Hamburg) bestimmt, das halbe Sekunden schlug. Die genaue Schwingungsdauer wurde jedesmal so bestimmt, daß eine sehr große Zahl von Durchgängen eines bestimmten Skalenstriches durch das Fadenkreuz beobachtet wurde. Diese Schwingungsdauer wurde dann noch auf unendlich kleine Bögen reduziert.

Die Bestimmung des Trägheitsmomentes geschah nach der Methode von Gauß. Es wurde an jedem Ende des Tragebalkens ein größerer Messingzylinder vom Radius $R = 1{,}981$ cm und dem Gewicht $P = 144{,}238$ gr und auf

diesem befestigt ein kleinerer vom Radius r = 0,501 cm und dem Gewicht p = 5,750 gr an einem Seidenfaden aufgehängt und nun die Schwingungsdauer noch einmal beobachtet. Da der Abstand der gemeinsamen Achse der beiden Zylinder von der Drehungsachse des schwingenden Magneten l = 15,00 cm war, so betrug das hinzugesetzte Trägheitsmoment:

$$K_1 = 2\left\{\tfrac{1}{2} P R^2 + \tfrac{1}{2} p r^2 + P l^2 + p l^2\right\}$$
$$= 68062{,}0 \text{ [cm}^2 \text{ gr]}.$$

Hieraus und aus den beiden Schwingungszeiten mit und ohne Belastung läßt sich nun das Trägheitsmoment des Magneten mit Gehänge berechnen, denn es ist

$$K : (K + K_1) = t^2 : T^2 \text{ oder}$$
$$K = K_1 \frac{t^2}{T^2 - t^2}.$$

Zur Bestimmung des Torsionsverhältnisses war mit dem Gehänge ein Torsionskopf verbunden. Durch Drehung dieses um einen bestimmten Winkel α wurde dem Aufhängedrahte eine gewisse Torsion mitgeteilt, und es kam nun darauf an, den Winkel φ zu bestimmen, den die neue Ruhelage mit der ursprünglichen bildete. Diese Bestimmung wurde immer mehrmals und nach beiden Seiten ausgeführt. Das Torsionsverhältnis Θ ist dann:

$$\Theta = \frac{\varphi}{\alpha - \varphi}.$$

Der zweite Teil der Messungen, die Ablenkungsbeobachtungen, wurden nach dem Gaußschen Verfahren angestellt. Dieses beruht darauf, daß man den Magneten, mit dem die Schwingungsbeobachtungen ausgeführt wurden, in der sogenannten ersten Hauptlage aus zwei verschiedenen Entfernungen einen anderen Magneten ablenken läßt. Als abzulenkender Magnet diente derselbe, mit dem Pringsheim im Jahre 1879 die Deklination bestimmt hatte, und der auch im ersten Teile dieser Arbeit bei der Deklinationsbestimmung erwähnt wurde. Zu den Ablenkungsbeobachtungen wurden an das Gestell, das den Draht mit dem Magneten trug, hohle Messingrohre angesetzt, die mit einer Bussole senkrecht zum Meridian und mit einer

Libelle horizontal gerichtet wurden. An beiden Enden wurden sie durch hölzerne Gestelle unterstützt, die leicht die richtige Höheneinstellung zuließen. Durch Öffnungen waren auf jeder Seite je zwei Punkte markiert, die für die angewandten Magneten die zur Ablenkung günstigen Entfernungen von der Drehungsachse des abzulenkenden Magneten besaßen. In diese Öffnungen wurde nun der Magnet mit einem passenden Gestell eingesetzt, sodaß er sich sowohl ostwestlich als auch in der richtigen Höhenlage zu dem abzulenkenden Magneten befand. Durch Umlegen des ablenkenden Magneten in jeder der 4 Stellungen ergaben sich je 4 nahezu gleiche Ablenkungswinkel, aus denen die Mittelwerte φ_1 und φ_2 genommen wurden. Die einzelnen Ablenkungswinkel konnten wohl deswegen schon nicht vollständig übereinstimmen, weil die Entfernungen des ablenkenden Magneten im Osten und die entsprechenden im Westen nicht absolut gleich waren. Dieses wäre nur dann der Fall gewesen, wenn der abzulenkende Magnet sich ganz genau im Mittelpunkte des Gestelles befunden hätte. Der schädliche Einfluß von geringen Abweichungen wurde aber dadurch beseitigt, daß eben aus so vielen Messungen das Mittel genommen wurde.

Ergebnisse der Beobachtungen.

Die Berechnung der Horizontalintensität beruht auf folgenden beiden Hauptgleichungen:

$$\text{I. } P = M.H = \frac{\pi^2 K}{t^2 (1 + \Theta)},$$

$$\text{II. } Q = \frac{M}{H} = \frac{1}{2} \frac{r_1^5 \operatorname{tg} \varphi_1 - r_2^5 \operatorname{tg} \varphi_2}{r_1^2 - r_2^2} (1 + \Theta_1).$$

Hierin bedeutet M das magnetische Moment des schwingenden Magneten, H die Horizontalintensität des Erdmagnetismns, K das Trägheitsmoment des schwingenden Magneten mit Gehänge, t seine auf unendlich kleine Bögen reduzierte Schwingungsdauer und Θ das Torsionsverhältnis seines Aufhängedrahtes. r_1 und r_2 sind die Entfernungen des Mittelpunktes des ablenkenden Magneten von der Drehungsachse des anderen Magneten, und φ

und φ_2 die aus diesen Entfernungen hervorgebrachten Ablenkungswinkel.

Für K hatten wir (s. S. 22) die Gleichung gefunden:

$$K = K_1 \frac{t^2}{T^2 - t^2},$$

worin K_1 das bekannte hinzugesetzte Trägheitsmoment und T die ebenfalls reduzierte Schwingungsdauer mit Belastung bedeutet.

Für K_1 hatte sich ergeben (s. S. 22)

$$K_1 = 68062{,}0 \text{ [cm}^2 \text{ gr]}.$$

Es möge nun eine Zusammenstellung der bei den drei endgiltigen Messungen mit den bisher genannten Apparaten erhaltenen Einzelresultate gegeben werden:

Zeit } der Ort } Beobachtung	—	9. VIII. 1902. 8—2 h.	22. IX. 02. 9—3 h.	27. IX. 02. 10—4 h.
	—	Zimmer 36	Zimmer 3	Turm
Red. Schwin- } ohne } Be- gungsdauer } mit } lastung	t	22,593 s	21,129 s	21,289 s
	T	36,380 s	33,998 s	33,723 s
Trägheitsmoment	K	42 729,7	42 831,5	45 096,9
Torsionsverhältnis	Θ	0,0263	0,2287	0,2943
$P = M \cdot H$	—	805,013	770,657	758,760
Entfernung. des ablenkenden Magneten	r_1	— — —	120,053 cm	— — —
	r_2	— — —	90,057 cm	— — —
Ablenkungswinkel	φ_1	1° 14′ 50″	1° 8′ 34″	1° 3′ 45″
	φ_2	2° 58′ 58″	2° 41′ 25″	2° 30′ 51″
$Q = \frac{M}{H}$	—	18 981,13	21 340,12	20 761,25
$H = \sqrt{\frac{P}{Q}}$	—	0,20594	0,19003	0,19117

Die erhaltenen Werte weichen sowohl unter einander als von dem zu erwartenden Werte ab. Der normale Wert wäre ungefähr 0,197 gewesen. Bei der Messung im Zimmer 36 können möglicherweise Störungen erfolgt sein durch die nur 1 m von den Instrumenten entfernte Wand. Diese ist eine Gipswand, deren Gerippe von einem eisernen Drahtgitter gebildet wird. Die beiden anderen Werte stimmen ziemlich gut überein. Immerhin aber verlangten die Resultate wegen der großen Abweichung vom Normalwert und vor allem wegen des enormen Torsionsver-

hältnisses des Aufhängedrahtes eine Bestätigung womöglich mit anderen Instrumenten. Ich setzte daher die Messungen auf Anraten des Herrn Prof. Dr. O. E. Meyer mit dem schon bei Beschreibung der Deklinationsbestimmung erwähnten Lamontschen Theodoliten fort, der ein viel präziseres Arbeiten gestattete.

Die Vorzüge des neuen Instrumentes gegenüber dem bisher gebrauchten sind, wie zum Teil schon bei der Beschreibung der Deklinationsbestimmung erwähnt, folgende: Die bequemere und sichere Aufstellung, da das ganze Instrument auf ein einziges Tischchen aufgeschraubt wird, ferner die exaktere Ausführung der einzelnen Teile und vor allem die geringeren Dimensionen, die die Anwendung eines seidenen Aufhängefadens mit geringem Torsionsverhältnis zulassen.

Der Gang der Beobachtungen ist im allgemeinen derselbe wie der bisherige, doch führt die Einrichtung des Apparates einige Abweichungen in Beobachtung und Berechnung herbei. Zunächst wurde der Theodolit fest auf einen Dreifuß geschraubt und nivelliert. Alsdann wurde das zu den Schwingungsbeobachtungen bestimmte Gehäuse aufgesetzt und mit einem gläsernen Deckel verschlossen.

Auf diesem saß in der Mitte ein vertikales Ansatzrohr, an dessen oberem Verschluß, verstellbar in seiner Höhe, der Seidenfaden mit dem Magneten hing. Dieser Magnet war ein prismatischer Stab von 7,12 cm Länge Mit ihm fest verbunden und senkrecht zu seiner Längsrichtung war ein Messingstab von denselben Dimensionen, der auf beiden Seiten in gleichen Abständen von der Mitte je zwei Stifte hatte, bestimmt zur Aufnahme zweier Zylinder bei der Bestimmung des Trägheitsmomentes. Zur Aufhängung war oben ein Messingstäbchen befestigt, das am Ende hakenförmig umgebogen war. Unten war ein Spiegel befestigt, dessen spiegelnde Seite dem Südpol zugekehrt war. Mit diesem Magneten wurden die Schwingungen ausgeführt, und zwar so, daß der Durchgang des Spiegelbildes des beleuchteten Vertikalfadens im Fernrohr beobachtet wurde. Zur Bestimmung des Träg-

heitsmomentes wurden auf den Messingstab zwei gleiche vergoldete Zylinder mit dem Einzelgewicht von m = 8,416 gr und einem Radius von r = 0,70 cm aufgesetzt, und zwar auf die äußeren Stifte, sodaß die Zylinderachsen von der Drehungsache um l = 3,395 cm entfernt waren. Aus diesen Angaben ergiebt sich für das bekannte hinzugesetzte Trägheitsmoment:

$$K_1 = 2\{\tfrac{1}{2} m r^2 + m l^2\} =$$
$$= 198{,}129 \text{ [cm}^2\text{gr]}.$$

Die Torsion wurde in Ermangelung eines Torsionskopfes so bestimmt, daß der Magnet einmal ganz herum, also um 360° gedreht wurde, ohne an der oberen Befestigung etwas zu ändern. Dies geschah natürlich nach beiden Seiten, und aus den beiden Winkeln der neuen und der ursprünglichen Ruhelage wurde das Mittel genommen. Aufgehängt war der Magnet an einem doppelten Seidenfaden, der ein Torsionsverhältnis von normaler Größe besaß.

Zu den Ablenkungsbeobachtuugen wurde ein anderes Gehäuse auf den Theodoliten aufgesetzt, das auch wieder mit einem Deckel mit vertikalem Ansatzrohr verschlossen wurde. In diesem hing an einem einfachen Seidenfaden ein kleiner Spiegel, der in der Mitte von einem ganz kleinen Magneten durchbohrt wurde. An beiden Seiten hatte dieses Gehäuse je einen Fortsatz, auf den eine Schiene zur Aufnahme des ablenkenden Magneten aufgesetzt wurde. Auf diesen Schienen waren wieder zwei Marken angebracht, die sich in der günstigen Ablenkungsentfernung von dem kleinen Magneten befanden. In der Beobachtung der Ablenkungswinkel besteht nun der Hauptunterschied dieser Methode von der früheren. Um das Spiegelbild des Vertikalfadens in dem Spiegel des abgelenkten Magneten sehen zu können, wurde das Fernrohr mit dem Gehäuse, den Ansatzschienen und dem ablenkenden Magneten solange nachgedreht, bis Deckung von Bild und Spiegelbild eintrat. Nun lag aber der ablenkende Magnet nicht mehr senkrecht zum magnetischen Meridian, sondern um den am Theodoliten unmittelbar

abzulesenden Ablenkungswinkel φ gegen diese Richtung geneigt. Daher müssen in der für die Ablenkungsbeobachtung geltenden zweiten Hauptgleichung statt der Tangenten die Sinus der Ablenkungswinkel gesetzt werden, sodaß jetzt die beiden Gleichungen heißen:

$$\text{I. } P = M \cdot H = \frac{\pi^2 K}{t^2 (1 + \Theta)}$$

$$\text{II. } Q = \frac{M}{H} = \frac{1}{2} \frac{r_1^5 \sin\varphi_1 - r_2^5 \sin\varphi_2}{r_1^2 - r_2^2} (1 + \Theta_1),$$

Hierin bedeutet Θ_1 das Torsionsverhältnis des einfachen Aufhängefadens bei der Ablenkungsbeobachtung.

K wird wieder nach der Gleichung:

$$K = K_1 \frac{t^2}{T^2 - t^2}$$

berechnet.

Ergebnisse der Beobachtungen.

Die beiden endgiltigen Messungen wurden im Zimmer 3 am alten Orte und auf dem Turm auf der großen Granitplatte in der Nordostecke vorgenommen.

Es möge nun wieder eine Gegenüberstellung der bei den beiden Messungen vom 23. und 30. Juni 1903 erhaltenen Einzelresultate im Folgenden gegeben werden:

1902.

Zeit } der Beobachtung	—	23.VI. 12—7 h.	30.VI. 8—2 h.
Ort }	—	Zimmer 3	Turm
Red. Schwingungsdauer { ohne } Belastung	t	9,017 s	9,125 s
{ mit }	T	12,622 s	12,757 s
Trägheitsmoment	K	206,504	207,578
Torsionsverhältnis	Θ	0,0140	0,0136
$P = M \cdot H$	—	24,721	24,940
Entfernungen des ablenkenden Magneten	r_1	26,40 cm	26,40 cm
	r_2	20,00 cm	20,00 cm
Ablenkungswinkel	φ_1	4° 16′ 45″	4° 16′ 37″
	φ_2	10° 0′ 30″	10° 0′ 23″
Torsionsverhältnis	Θ_1	0,0028	0,0026
$Q = \frac{M}{H}$	—	676,62	675,83
$H = \sqrt{\frac{P}{Q}}$	—	0,19114	0,19210

Diese beiden Werte stimmen sowohl unter sich als auch mit den beiden entsprechenden Werten nach der ersten Methode sehr gut überein, weichen allerdings erheblich von dem zu erwartenden Werte ab. Doch läßt die Übereinstimmung der 4 Messungen wohl darauf schließen, daß es sich nicht um Beobachtungsfehler, sondern um tatsächliche Abweichung des Wertes der Horizontalintensität in dem Gebäude von dem normalen Werte handeln dürfte. Erwähnt möge noch werden, daß der zweite Beobachtungsort auf dem Turm, ähnlich wie der Ort der Deklinationsbestimmung, sich 3 m über einer zweiten eisernen Bodentür befindet. Trotzdem ist dieser Punkt gewählt worden, weil hier der Wind so gut wie gar nicht stört und der Apparat auf der großen Granitplatte einen viel festeren und erschütterungsfreieren Platz hatte als an irgend einer anderen Stelle des Daches. Von Temperaturkorrektionen wurde abgesehen, da die Temperatur bei beiden Messungen sich nur um 2 bis 3 Grad unterschied. Sie betrug im ersten Falle ungefähr 18 bis 20° und im zweiten 21—22° C.

Theoretisch hätte der Wert der Horizontal-Intensität auf dem Turm geringer sein müssen als in dem im Kellergeschoß gelegenen Zimmer 3. Daß sich hier das Gegenteil ergeben hat, ist vielleicht darauf zurückzuführen, daß möglicherweise beide Beobachtungen mehr oder weniger von benachbartem Eisen beeinflußt worden sein können. Im Zimmer 3 hat sich nämlich, wie im zweiten Teil dieser Arbeit gezeigt werden wird, ein störender Einfluß durch eiserne Röhren, die an der Außenseite des Zimmers verlaufen, herausgestellt, doch ist schwerlich anzunehmen, daß die Störung bis in die nordwestliche Ecke des Zimmers reicht. Dagegen kann die Beobachtung auf der großen Granitplatte vielleicht doch etwas durch die unter der Platte befindliche eiserne Bodentür beeinflußt worden sein.

Teil II.

Die relativen Messungen.

Nachdem in dem ersten Teile dieser Arbeit die Ergebnisse der absoluten Bestimmung der Deklination und der Horizontal-Intensität mitgeteilt worden sind, soll in dem zweiten Teile über die relativen Messungen der Horizontal-Intensität der Gesamt-Intensität und der Inklination an den einzelnen Stellen des Institutes berichtet werden. Diese relativen Bestimmungen hatten den Zweck, die Schwankungen, die die Elemente des Erdmagnetismus innerhalb des Gebäudes erleiden, durch Vergleichsbeobachtungen festzustellen und die einzelnen Werte derselben auf einen beliebig zu wählenden Normal- oder Ausgangswert zu beziehen.

Die Messungen wurden zuerst mit dem von Kohlrausch angegebenen Lokalvariometer*) ausgeführt, mit dem durch leicht und rasch auszuführende Messungen die Horizontal-Intensität zweier Orte verglichen werden kann. Fortgesetzt wurden sie mit dem von Herrn Prof. O. E. Meyer selbst angegebenen Gebirgsmagnetometer**), das einen Vergleich der Gesamt- und der Vertikal-Intensität und die Inklinationsbestimmung gestattet.

I. Die Untersuchungen mit dem Kohlrausch-Variometer.

Das Verfahren mit diesem Variometer beruht auf der Ablenkung, die eine Bussolennadel durch einen zentral unter ihr befindlichen und zwischen zwei festen Anschlägen drehbaren Magneten erfährt. Die Beschreibung und seine praktische Anwendung findet sich auch in „Kohlrauschs Praktische Physik".

Wenn wir mit φ den halben Drehungswinkel zwischen den festen Anschlägen, mit δ_1 und δ_2 die Differenz der Einstellungen von Nordpol und Südpol (mit Berück-

*) Wiedem. Annalen, Bd. 29, S. 47.

**) Wiedem. Annalen, Bd. 40, S. 489.

sichtigung des Vorzeichens) an den Orten I und II bezeichnen, so erhalten wir für das Verhältnis der erdmagnetischen Felder an beiden Orten die Beziehung:

$$\frac{H_2}{H_1} = \frac{1 + \operatorname{tg} \varphi \operatorname{tg} \frac{1}{2} \delta_2}{1 + \operatorname{tg} \varphi \operatorname{tg} \frac{1}{2} \delta_1}$$

Solange nun die halbe Differenz von δ_1 und δ_2 unter 12^0 bleibt, gilt auch die Annäherungsformel:

$$\frac{H_2}{H_1} = 1 + (0{,}0087 \operatorname{tg} \varphi)\ (\delta_2 - \delta_1).$$

Wählen wir den konstanten Winkel $\varphi = 29{,}9^0$, so erhält der Faktor 0,0087 tg φ den bequemen Wert 0,0050, so daß

$$\text{(a.)} \quad H_2 = [1 + 0{,}0050\ (\delta_2 - \delta_1)]\ H_1$$

ist.

Um nun noch die Temperaturkorrektionen anbringen zu können, wurde an einem Orte rasch hintereinander bei zwei sehr verschiedenen Temperaturen von $t_1 = 28^0$ und $t_2 = 18^0$ C gemessen. Dadurch ergab sich als Temperaturkoeffizient:

$$\mu = 0{,}0087 \operatorname{tg} \varphi \frac{\delta_2 - \delta_1}{t_2 - t_1} = 0{,}0006.$$

Unter Berücksichtigung dieser Temperaturkorrektion ergibt sich nun als endgültige Gleichung:

$$\text{(b.)} \quad H_n = [1 + 0{,}0050\ (\delta_2 - \delta_1) + \mu\ (t_1 - t_n)]\ H_1.$$

Das Beobachtungsverfahren war nun das folgende:

Als Ausgangspunkt wurde die in der Nordwestecke des Zimmers 3 befindliche Marmorplatte gewählt. An allen Beobachtungstagen wurde nun von diesem Orte ausgegangen und am Schluß der Messungen zu ihm zurückgekehrt. Daß nach Anbringung der Temperaturkorrektionen Veränderungen der Ausschläge am Ausgangspunkte nicht stattfanden, bewies die Konstanz des Instrumentes. Die Einstellungen wurden mit einer Lupe und stets an beiden Enden der Nadel abgelesen, sodaß wohl höchstens Fehler von $\frac{1}{10}{}^0$ gemacht worden sind. Selbstverständlich wurden bei allen Messungen sämtliche eisenhaltigen Gegenstände aufs sorgfältigste vermieden. Gerechnet wurde nach der

Näherungsformel (a) bezw. (b), nur in den Fällen großer Abweichung wurde die genaue Formel benützt.

In der Zusammenstellung der Resultate der 48 brauchbaren Beobachtungen sind Ort und Zeit der Messung und das Verhältnis des betreffenden Wertes der Horizontal-Intensität zu dem Ausgangswert zunächst ohne Berücksichtigung der Temperatur angegeben, dann die Werte, die sich nach einer diesbezüglichen Korrektion ergeben, und schließlich der Unterschied des neuen Wertes von dem Ausgangswert in Tausendsteln von H_1, eben diesem Ausgangswert. Die unter „Anmerkungen" befindlichen Zahlen beziehen sich auf die hinter der Tabelle stehenden gleichbezeichneten Bemerkungen.

Es möge noch die Lage der einzelnen Beobachtungszimmer im Gebäude näher angegeben werden.

Zimmer 3 im Mittelbau, Mitte des Kellergeschosses, Fenster nach Norden.

Unterkeller am Südende des Mittelbaues, Fenster nach Norden.

Turm am Nordende des Mittelbaues.

Hörsaal im 1. Stock des Südflügels, Fenster nach Süden.

Zimmer 29 im 1. Stock in der Südwestecke } Fenster nach
Zimmer 36 im 2. Stock über Z. 29 } Süden u. Westen

Zimmer 2 an Nordwand von Z. 3 anstoßend.

Zimmer 15 im Mittelbau, Erdgeschoß, Fenster nach Westen.

Zimmer 24 (kleiner Hörsaal) im 1. Stock des Nordflügels, Fenster nach Norden.

Zimmer 25 (Bibliothek) in der N. W.-Ecke des 1. Stockes, Fenster nach Norden.

Praktikantenraum im Erdgeschoß des Südflügels, Fenster nach Süden.

Zimmer 17 (optisches) im Erdgeschoß, S.W-Ecke des Mittelbaues.

Zimmer 13 im Erdgeschoß über Z. 3.

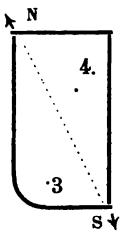
Schacht im Haupttreppenhause (Mittelbau).

Zimmer 22 im Erdgeschoß, Südflügel über der Durchfahrt, Fenster nach Norden.

Ergebnisse der Vergleichsbeobachtungen der Horizontalintensität mit dem Variometer von Kohlrausch.

1902.

Nr.	Ort der Beobachtung	Zei	Temperat.	$H_n = [1 + 0{,}0050\ (\vartheta_n - \vartheta_1)]\ H_1$	Temper.-Korrekt.	H_n (Reduzier.-Wert)	$H_n - H_1$ in Tausendst. v. H_1	Anmerkung.
1.	**Zimmer 3.** S.-O.-Ecke der Marmorplatte in der N.W.-Ecke	2. Okt. 9 h.	15° C.	Einheitswert	—	—	—	—
2.	Äußerste N.W.-Ecke dieser Platte	10 h.	15°	0,9450 H_1	—	0,9450 H_1	— 55,0	—
3.	Zweite Marmorplatte an der Ostwand dieses Zimmers	5 h.	17°	0,8725 H_1	— 0,0012	0,8713 H_1	— 128,7	1)
4.		5 30 h.	17°	0,6765 H_1	— 0,0012	0,6753 H_1	— 324,7	1)
				Der Nordpol ist sehr stark gesenkt.				
5.	Mittelpunkt des Z. 3	3. Okt. 4 30 h.	17°	1,0565 H_1	— 0,0012	1,0553 H_1	+ 55,3	—
6.	Südwand am Klingelknopf	4 50 h.	17°	1,0695 H_1	— 0,0012	1,0683 H_1	+ 6 ,3	—
7.	**Unterkeller**	4. Okt. 9 30 h.	13°	1,0615 H_1	+ 0,0012	1,0627 H_1	+ 62,7	—
8.	**Turm:** Auf dem Schacht	9 50 h.	11°	1,0265 H_1	+ 0,0024	1,0289 H_1	+ 28,9	—
9.	Auf der großen Granitplatte	4. Okt. 10 h.	11°	1,0225 H_1	+ 0,0024	1,0249 H_1	+ 24,9	



12.	**Dach über d. Hörsaal.** 1 m von der Mitte des Südgitters entfernt	11^{10} h.	13°	0,8190 H_1	+ 0,0012	0,8202 H_1	— 179,8	2)
13.	1/2 m vom Gitter entfernt	11^{20} h.	13°	0,6490 H_1	+ 0,0012	0,6502 H_1	— 349,8	2)
14.	1/4 m vom Nordgitter entfernt	11^{30} h.	13°	Die Nadel geht nicht in die Zwangslage.				2)
15.	**Hof.** Mitte zwischen der Pumpe und dem Eingang zum Kellergang	11^{50} h.	14°	1,0425 H_1	+ 0,0006	1,0431 H_1	+ 43,1	—
16.	Eingang zur Laube	12^{10} h.	14°	1,0900 H_1	+ 0,0006	1,0906 H_1	+ 90,6	—
17.	**Hörsaal.** Mitte des Experimentiertisches	6. Okt. 10 h.	14°	0,9335 H_1	+ 0,0006	0,9341 H_1	— 65,9	—
18.	Mitte der Plattform an dem oberen Eingang	10^{30} h.	14°	1,0440 H_1	+ 0,0006	1,0446 H_1	+ 44,6	—
19.	Sitzplatz 118	10^{45} h.	14°	1,0080 H_1	+ 0,0006	1,0086 H_1	+ 8,6	—
20.	Mitte der Veranda	11 h.	15°	1,0440 H_1	—	1,0440 H_1	+ 44,0	—
21.	**Zimmer 29.** (Mitte)	11^{20} h.	13°	1,0015 H_1	+ 0,0012	1,0027 H_1	+ 2,7	—
22.	**Zimmer 36.** Dicht am Platz der absoluten Messung	11^{40} h.	13°	1,0997 H_1	+ 0,0012	1,1009 H_1	+ 100,9	3)
23.	**Kellergang bei Zimmer 3.** 40 cm von der gelben Röhre	14. Nov. 4 h.	8°	0,9285 H_1	+ 0,0042	0,9327 H_1	— 67,3	—
24.	Mitte zwischen den beiden Röhren	4^{15} h.	8°	0,9225 H_1	+ 0,0042	0,9267 H_1	— 73,3	—
25.	**Zimmer 2.** S.O.-Ecke	4^{30} h.	8°	1,1675 H_1	+ 0,0042	1,1717 H_1	+ 171,7	4)
26.	Kellergang, vor der Tür zum Maschinenraum. Maschine in Ruhe	17. Nov. 10 h.	7°	1,0865 H_1	+ 0,0048	1,0913 H_1	+ 91,3	—
27.	**Zimmer 3.** Die Stelle, an der die absolute Messung gemacht wurde	10^{30} h.	15°	1,0150 H_1	—	1,0150 H_1	+ 15,0	—
28.	**Zimmer 15.** (Mitte)	11 h.	8°	1,0805 H_1	+ 0,0042	1,0847 H_1	+ 84,7	—
29.	Zimmer 15. Auf der Marmorplatte	11^{30} h.		Die Nadel geht nicht in die Zwangslage.				5)
30.	**Zimmer 24.** Kleiner Hörsaal. Mitte des Tisches	29. Nov. 11 h.	10°	0,9575 H_1	+ 0,0030	0,9605 H_1	— 39,5	—
31.	N.O.-Ende des Tisches	11^{20} h.	10°	0,7650 H_1	+ 0,0030	0,7680 H_1	— 232,0	6)

Nr.	Ort der Beobachtung	Zeit	Temperat.	$H_n = [1 + 0{,}0050\ (\delta_n - \delta_1)]\ H_1$	Temper.-Korrekt.	H_n (Reduzier. Wert)	$H_n - H_1$ in Tausendst. v. H_1	Anmerkung.
32.	S.W.-Ende des Tisches	11^{40} h.	11°	0,8555 H_1	+ 0,0024	0,8579 H_1	— 142,1	6)
				Der Nordpol ist sehr stark gesenkt.				
33.	Mitte des **Bibliothekzimmers 25**	29. Nov. 12 h.	13°	1,0055 H_1	+ 0,0012	1,0067 H_1	+ 6,7	—
34.	Kleiner Tisch an dem Pfeiler zwischen den Fenstern	12^{20} h.	13°	0,9200 H_1	+ 0,0012	0,9212 H_1	— 78,8	—
35.	**Praktikantenraum.** Mitte desselben	1. Dez. 9^{15} h.	11°	1,0245 H_1	+ 0,0024	1,0269 H_1	+ 26,9	—
36.	Wandbrett an der südl. Wand, beim 1. Pfeiler von Osten aus	9^{30} h.	11°	1,0950 H_1	+ 0,0024	1,0974 H_1	+ 97,4	—
37.	Wandbrett beim 2. Pfeiler	9^{50} h.	12°	0,9901 H_1	+ 0,0018	0,9919 H_1	— 8,1	—
38.	Wandbrett beim 3. Pfeiler	10 h.		Die Nadel geht nicht in die Zwangslage.				
39.	Auf dem Tisch unter der Kuppel der gewölbten Decke	10^{10} h.	12°	1,0490 H_1	+ 0,0018	1,0508 H_1	+ 50,8	—
40.	Mitte des Wandbrettes an der westl. Wand	10^{20} h.	13°	0,9130 H_1	+ 0,0012	0,9142 H_1	— 85,8	—
41.	**Optisches Zimmer 17.** (Mitte)	10^{40} h.	12°	1,0050 H_1	+ 0,0018	1,0068 H_1	+ 6,8	—
42.	**Zimmer 13**	11 h.	10°	1,0585 H_1	+ 0,0030	1,0615 H_1	+ 61,5	—
43.	Gang im Parterre bei der gelben Röhre zwischen Zimmer 13 und 12.	11^{30} h.	9°	0,9780 H_1	+ 0,0036	0,9816 H_1	— 18,4	—
44.	**Schacht:** Keller	6. Dez. 10 h.	0°	1,0230 H_1	+ 0,0090	1,0320 H_1	+ 32,0	—
45.	Erdgeschoß	10^{20} h.	0°	1,0240 H_1	+ 0,0090	1,0330 H_1	+ 33,0	—
46.	Zwischen Erdgeschoß und 1. Stock	10^{40} h.	0°	1,0560 H_1	+ 0,0090	1,0650 H_1	+ 65,0	7)
47.	Zwischen 1. und 2. Stock	11 h.	0°	1,0440 H_1	+ 0,0090	1,0530 H_1	+ 53,0	7)
48.	Zwischen 2. und 3. Stock	11^{20} h.	0°	1,0390 H_1	+ 0,0090	1,0480 H_1	+ 48,0	—

Anmerkungen.

1. Die starken Störungen sind auf die an der äußeren Seite der Wand laufenden eisernen Röhren zurückzuführen, da die Beobachtungen unmittelbar an der Wand gemacht wurden.

2. Diese Störungen werden hervorgerufen durch das eiserne Gitter, welches das Dach im Süden und im Norden einzäunt. Die Geländer auf dem Turme dagegen sind eisenfrei.

3. Auch bei dieser Messung zeigt sich eine Störung, die vielleicht auf das eiserne Drahtnetz, das das Gerippe der Gipswand bildet, zurückzuführen ist. Die beiden Beobachtungsplätze bei der absoluten und bei der relativen Messung sind nicht ganz dieselben.

4. Auch diese Störung rührt von den schon in Anmerkung 1 erwähnten eisernen Röhren her.

5. Schuld an dieser Störung ist ein Gasrohr.

6. Die Abweichungen an den Enden des Experimentiertisches sind am Nordostende auf die eisernen Fensterbeschläge und am Südwestende auf einen großen eisernen Ofen und den Ausguß zurückzuführen.

7. Bei beiden Standorten befindet sich in einer Entfernung von $2^1/_2$ m ein eiserner Gasofen.

II. Die Untersuchungen mit dem Gebirgs-Magnetometer.

Das Verfahren mit diesem Instrument ist dem mit dem Kohlrausch-Variometer sehr ähnlich, nur verlangt es eine bedeutend längere Zeit zu einer vollständigen Beobachtung, wenn nämlich alle Vorsichtsmaßregeln zur Erhöhung der Genauigkeit getroffen werden. Eine eingehende Beschreibung des Apparates mit zwei Abbildungen findet sich im 40. Bande der Wiedemannschen Annalen auf S. 489, sodaß hier von einer Beschreibung abgesehen werden kann. Mit dem Apparat läßt sich nun die Gesamt- und die Vertikal-Intensität und die Inklination bestimmen bezw. vergleichen. Hier sollen nur einige Messungen der Gesamtintensität und der Inklination angegeben werden.

Für die Rechnung ergiebt sich als Ausdruck für die Gesamtintensität des Erdmagnetismus (s. ebenda):

$$M = C \frac{\sin(\omega - \varphi)}{\sin \omega}$$

Ergebnisse
der Vergleichsbeobachtungen der Gesamt-Intensität und der Inklination mit dem Gebirgsmagnetometer.
1902.

No.	Ort der Beobachtung	Zeit	Temperatur	M_n (Reduz. Wert)	$M_n - M_1$ in Tausendsteln von M_1	Inklination	Anmerkung.
1. (1)	Zimmer 3. Ausgangsort der ersten Beob.-Reihe	30. Okt. 9 h.	15°C.	Einheitswert	—	65,0°	—
2. (4)	Äußerste N.O.-Ecke der zweiten Marmorplatte	31. Okt. 4 h.	16°	1,0771 M	+ 77,1	69,6°	1)
3. (22)	Zimmer 36. Ungefähr dieselbe Stelle wie bei (22)	1. Nov. 10 h.	13°	0,9988 M	— 1,2	62,9°	2)
4.	Zimmer 22. 1/2 m von der Mitte des Fensterbrettes entfernt. Hoftür geschlossen	3. Nov. 9 h.	15°	0,9339 M	— 66,1	67,8°	3)
5. (7)	Großer Hörsaal. Mitte des Tisches	5. Nov. 10 h.	14°	0,9370 M	— 63,0	65,1°	4)
6.	Kellergang. (Zwischen den Plätzen 23 und 24)	10. Nov. 10 h.	8°	0,9849 M	— 15,1	64,7°	—
7. (10)	Turm. (In der Nordecke)	12. Nov. 10 h.	5°	1,0111 M	+ 11,1	64,7°	—
8. (1)	Kontrollmessung auf Platz 1	14. Nov. 10 h.	13°	1,0021 M	+ 2,1	65,0°	—
9. (25)	Zimmer 2. (In der Südostecke)	20. Nov. 9 1/2 h.	10°	1,0946 M	+ 94,6	62,3°	5)
10. (28)	Zimmer 15. (In der Mitte)	26. Nov. 10 h.	8°	1,0310 M	+ 31,0	63,4°	—
11. (30)	Zimmer 24. Kleiner Hörsaal. Mitte des Tisches	29. Nov. 10 1/2 h.	10°	0,9818 M	— 18,2	65,3°	—
12. (7)	Unterkeller. Unter der Lampe	10. Dez. 9 h.	13°	1,0113 M	+ 11,3	63,4°	—

Lebenslauf.

Ich, Kurt Burath, evangelisch, wurde geboren am 15. November 1880 zu Breslau als Sohn des Prokuristen Carl Burath und seiner am 27. Januar 1897 verstorbenen Frau Elise, geb. Freytag.

Von Michaelis 1887 an besuchte ich das Realgymnasium am Zwinger zu Breslau und erhielt am 1. März 1899 von dieser Anstalt das Zeugnis der Reife. Seitdem studierte ich mit Ausnahme des Sommersemesters 1900, in welchem ich die Kaiser-Wilhelms-Universität zu Straßburg besuchte, an hiesiger Universität Mathematik und Physik. Während dieser Zeit besuchte ich die Vorlesungen und Übungen der Herren Professoren:

Abegg, Baumgartner, Ebbinghaus, Franz, Freudenthal, Hintze, London, O. E. Meyer, Neumann, Reye, Rosanes, Roth, Sturm.

Allen diesen meinen hochverehrten Lehrern sage ich meinen verbindlichsten Dank.

Thesen.

1. Durch die Ostwaldsche Art, Hypothesen in der Physik zu vermeiden, leidet die Übersichtlichkeit der verschiedenen Erscheinungen.

2. Das Auripigment darf nicht als das dem Antimonglanz entsprechende Arsensesquisulfid angesehen werden.

3. In dem Schulunterricht ist mehr Wert auf das Kopfrechnen und das praktische Rechnen zu legen, als es jetzt in den höheren Schulen geschieht.